

um5a

UNIVERSITE MOHAMMED V AGDAL
FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA TERRE
LABORATOIRE DE GEOLOGIE APPLIQUEE
RABAT



fsr

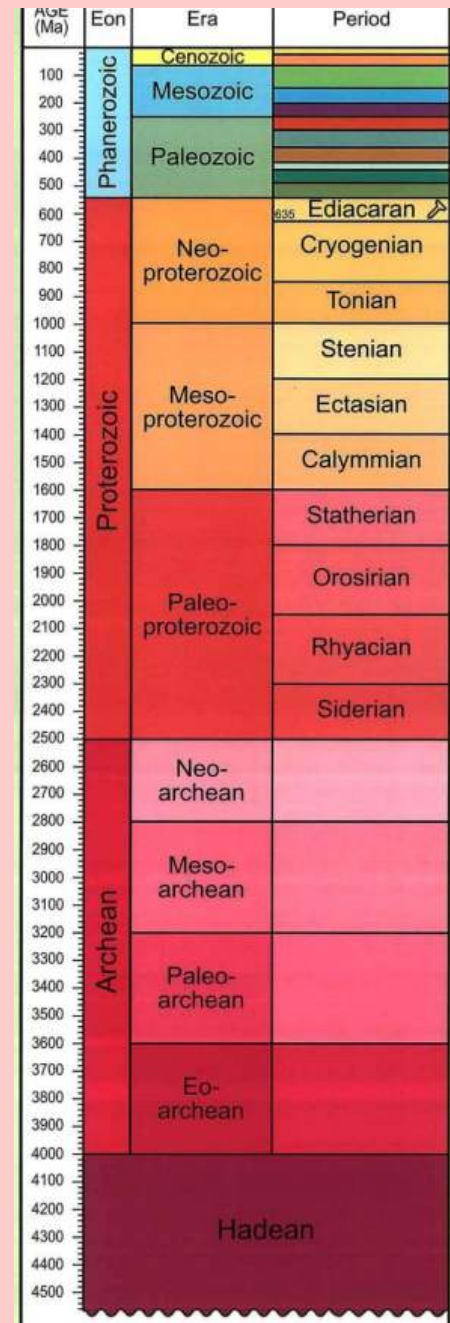
PPT du COURS SVT – SVI : SEMESTRE S1

HISTOIRE DE LA TERRE

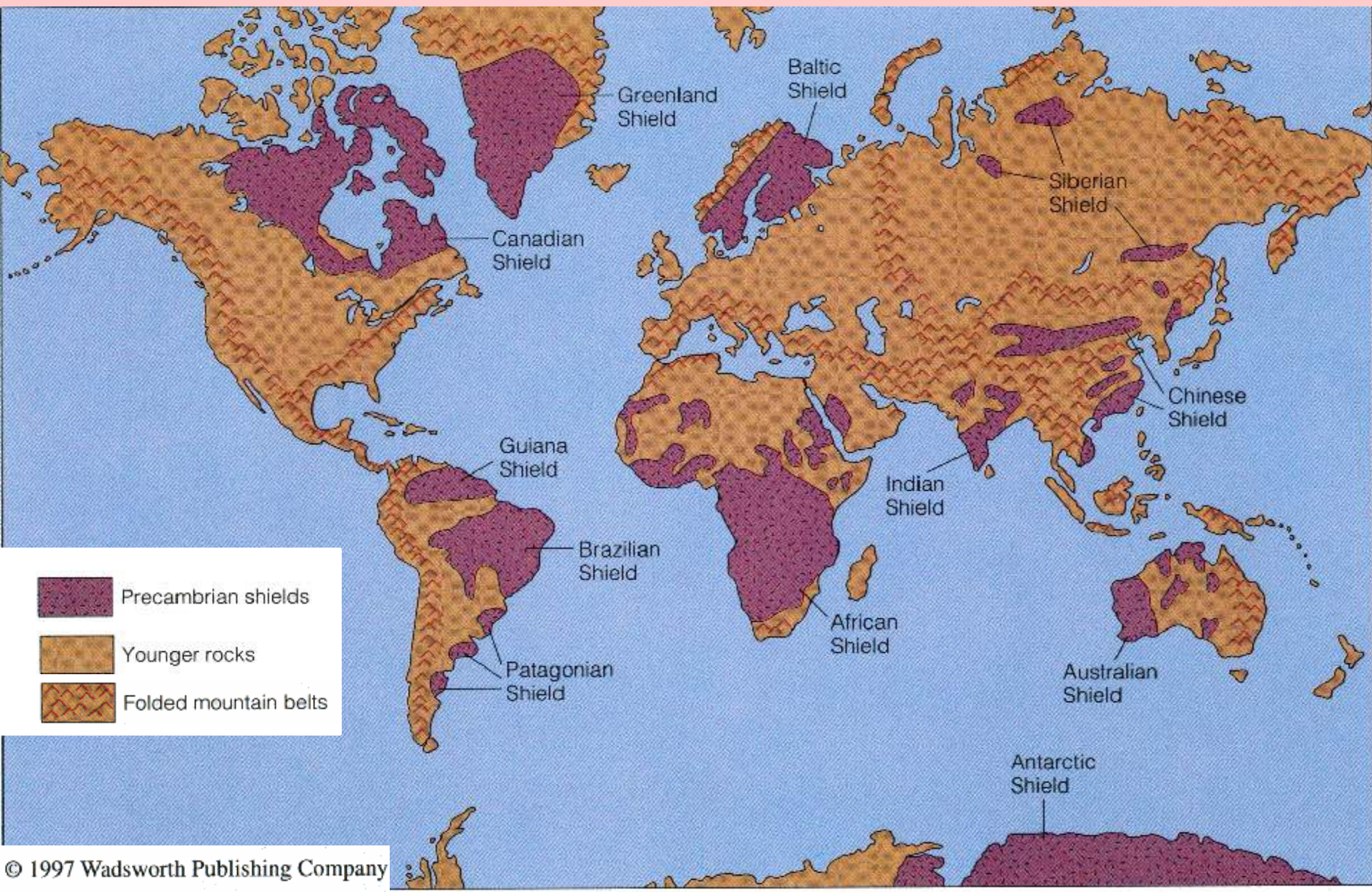
Auteur : Pr. Driss FADLI
Dépôt légal : 0003/2009
Décembre 2010

PREMIERE PARTIE : LE PRECAMBRIEN

- Représente 80 % de l'histoire de la Terre
- Roches les plus anciennes de la croûte terrestre
- = *actuels cratons*
- Trois unités chronologiques = **Eons**
 - **Le Hadéen**
Absence de témoins stratigraphiques
 - **L'Archéen**
Roches les plus primitives
 - **Le Protérozoïque**
Nombreux phénomènes géologiques (orogénèses)



Répartition actuelle des terrains précambriens



LE HADEEN : - 4 600 Ma – 4 000 Ma (1/4)

(de Hadès, le dieu des enfers)

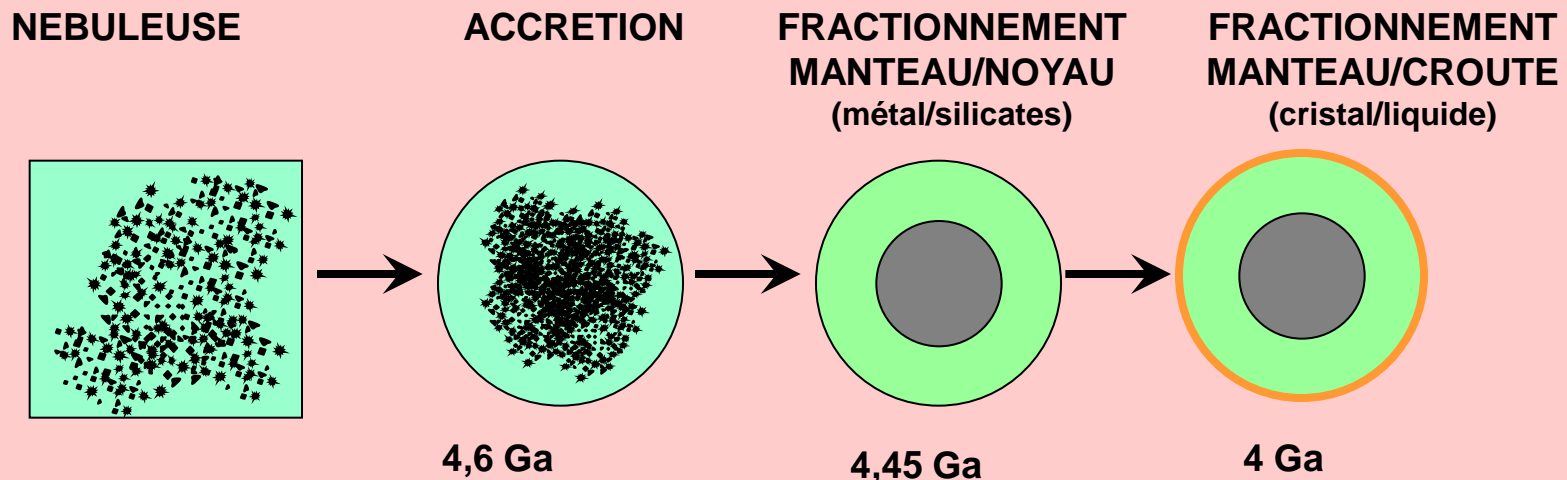
1 - Pluie d'objets cosmiques

2 - Augmentation de la température à partir de 3 sources de chaleur :

- Impacts des objets cosmiques et chaleur d'accrétion
- Désintégration des éléments radioactifs
- Activité volcanique

3 - Différenciation en enveloppes concentriques

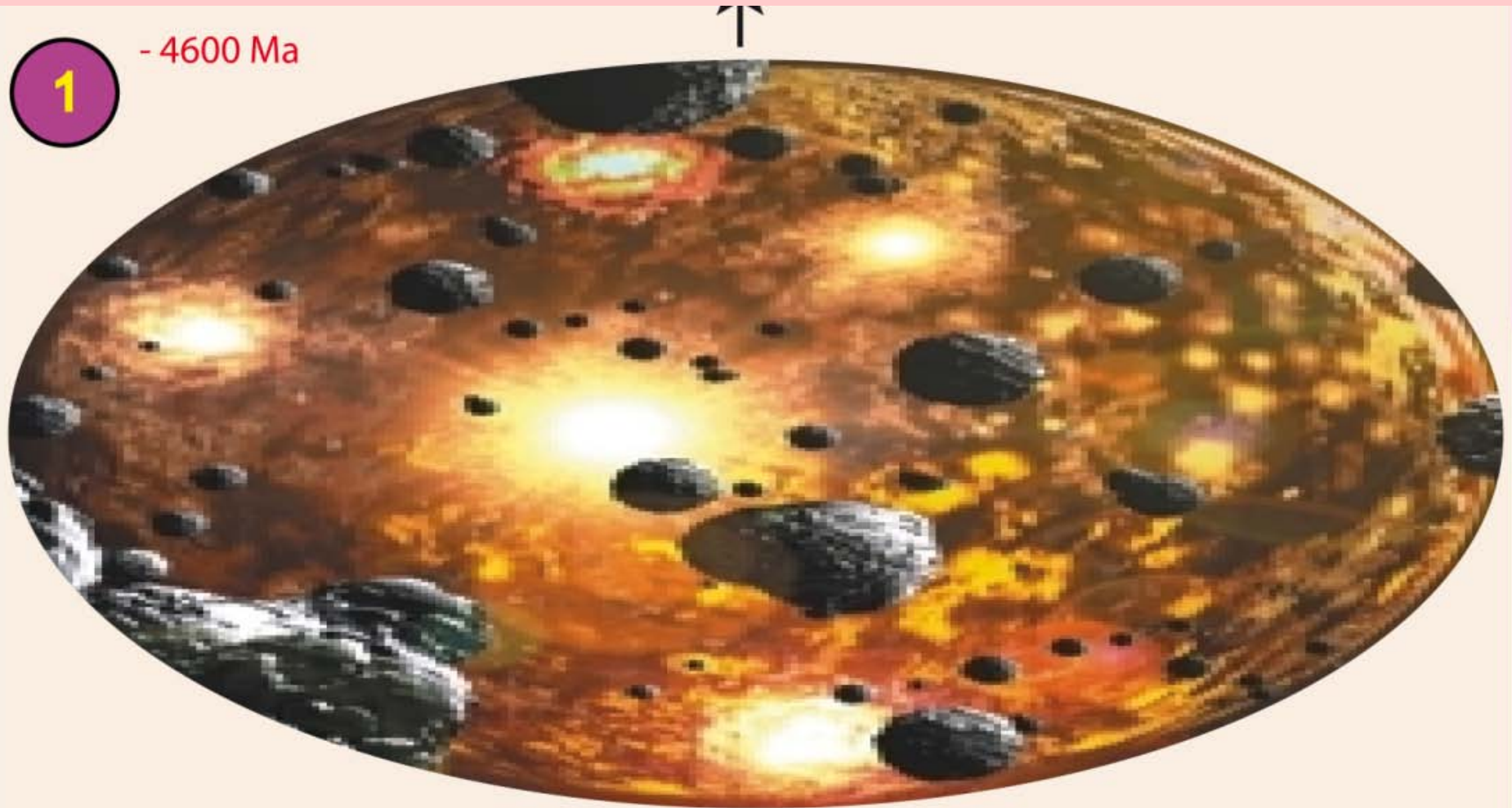
4 - Formation de la croûte primitive



Lehmann et al., 2000 (modifié)

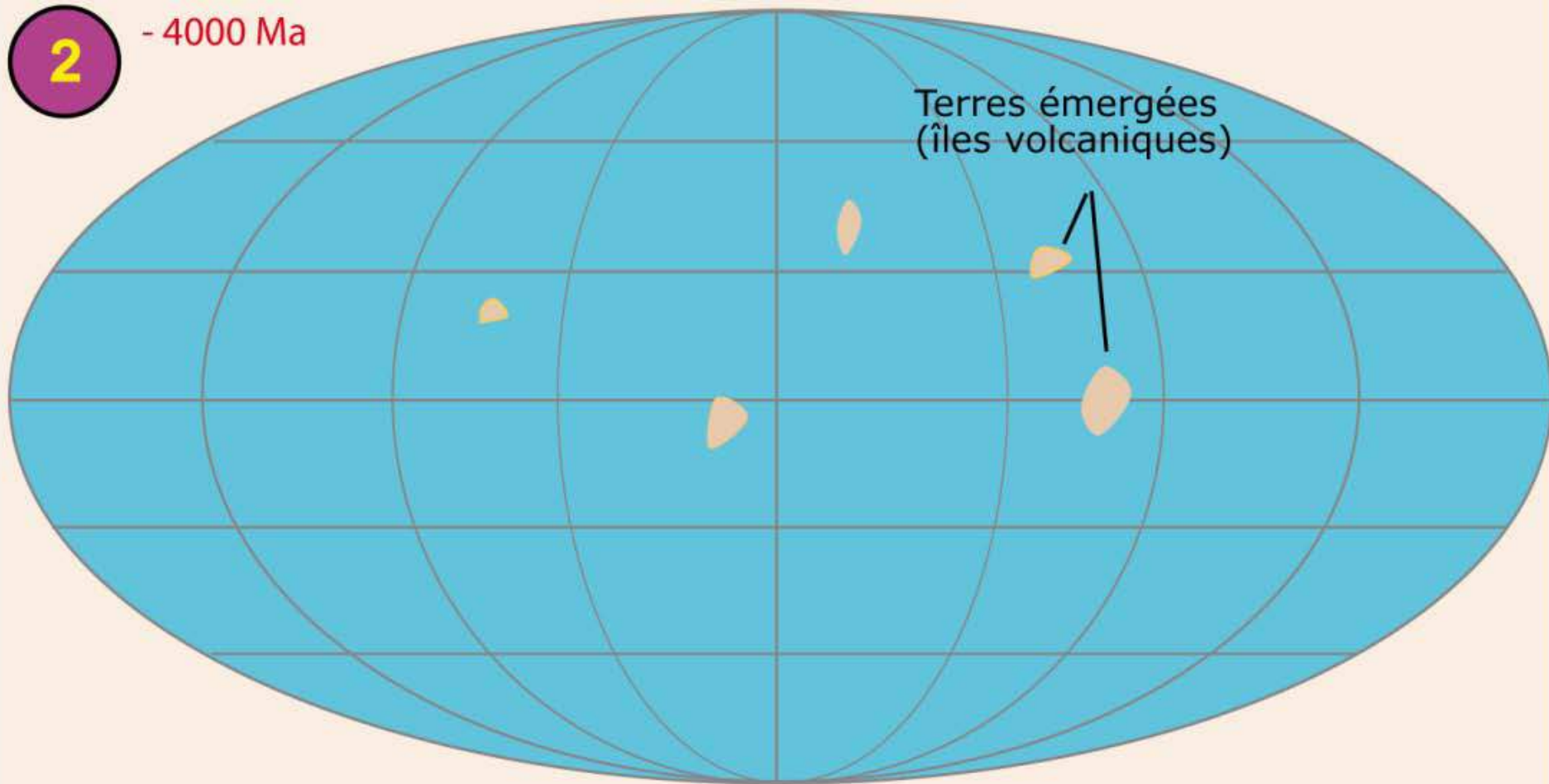
LE HADEEN : - 4 600 Ma – 4 000 Ma (2/4)






Naissance de notre planète :

Terre en feu avec des océans de laves, bombardée par des objets cosmiques.



Refroidissement de la Terre et condensation de la vapeur d'eau donnant naissance à l'Hydrosphère primitive chaude. Ebauche des continents.

5 – Formation de l'hydrosphère

- condensation de la vapeur d'eau de l'atmosphère primitive
  réseau hydrographique et à des bassins sédimentaires.
- hydrosphère très riche en CO₂ et en Fer


6 - Atmosphère primitive : sans oxygène libre, CO₂, N, H₂O, CH₄, NH₃, SO₂, HCl,...

Les isotopes des gaz rares (hélium, argon, Néon, Xénon,.)

Dans les météorites : $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar} \rightarrow 10^{-2} - 10^{-4}$

Dans l'atmosphère : $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar} \rightarrow 296$

Volcans sous-marins : $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar} \rightarrow 20\,000$

- Donc origine interne : dégazage du manteau (activité volcanique)
- CO₂ et méthane  effet de serre
- importants orages
- pluies acides induites par CO₂, HCl et SO₂

LE HADEEN : - 4 600 Ma – 4 000 Ma (4/4)

7 - Vie primitive



Acasta Gneiss



The Earth's oldest known rock, age is 3.96 Ga

7 - Vie primitive

- *synthèse abiotique*

= transformation des matières minérales en molécules organiques

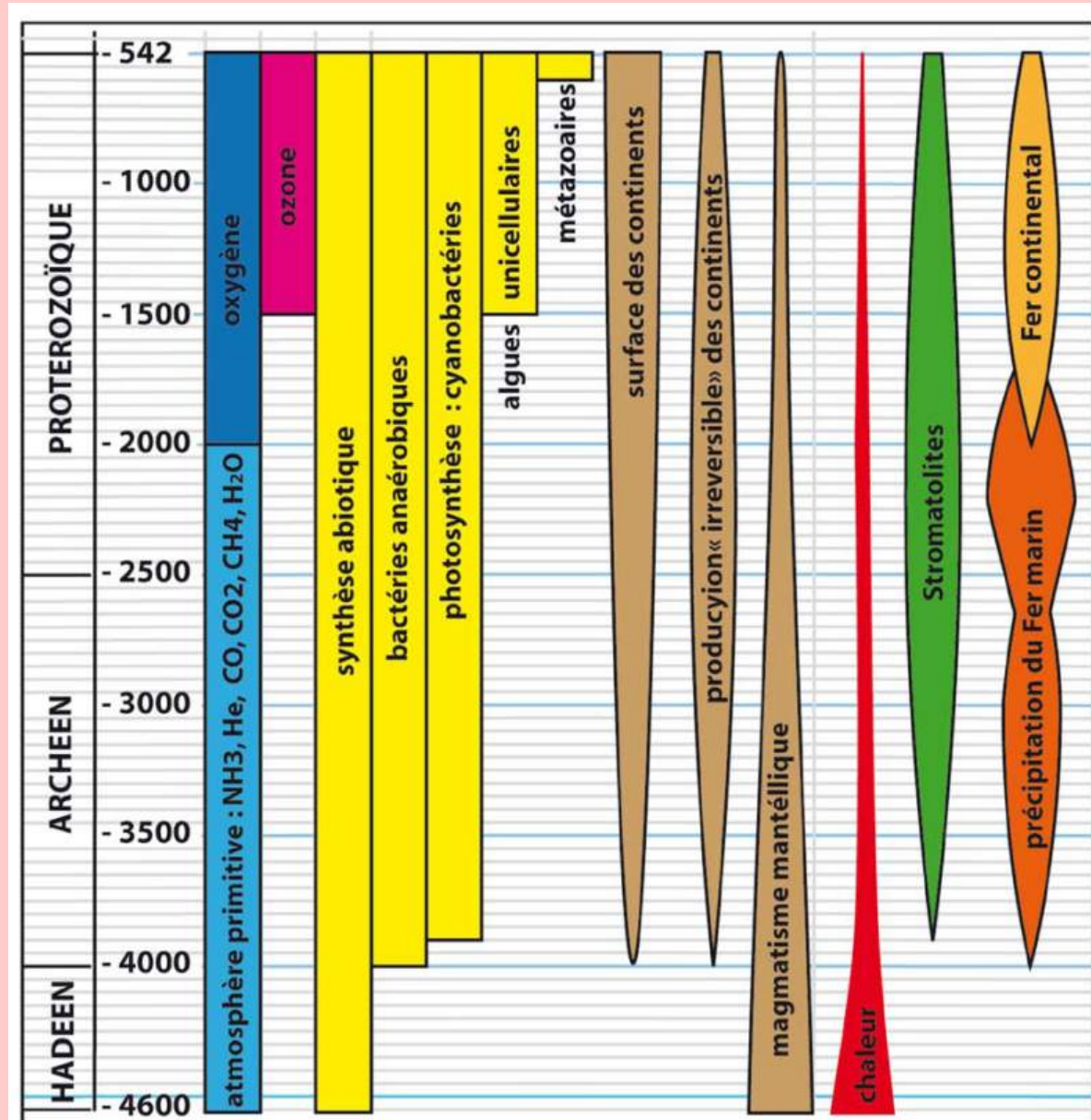


- acides aminés, oses, acides gras, Thio esters, bases puriques, nucléotides
- peptides → ARN → ADN

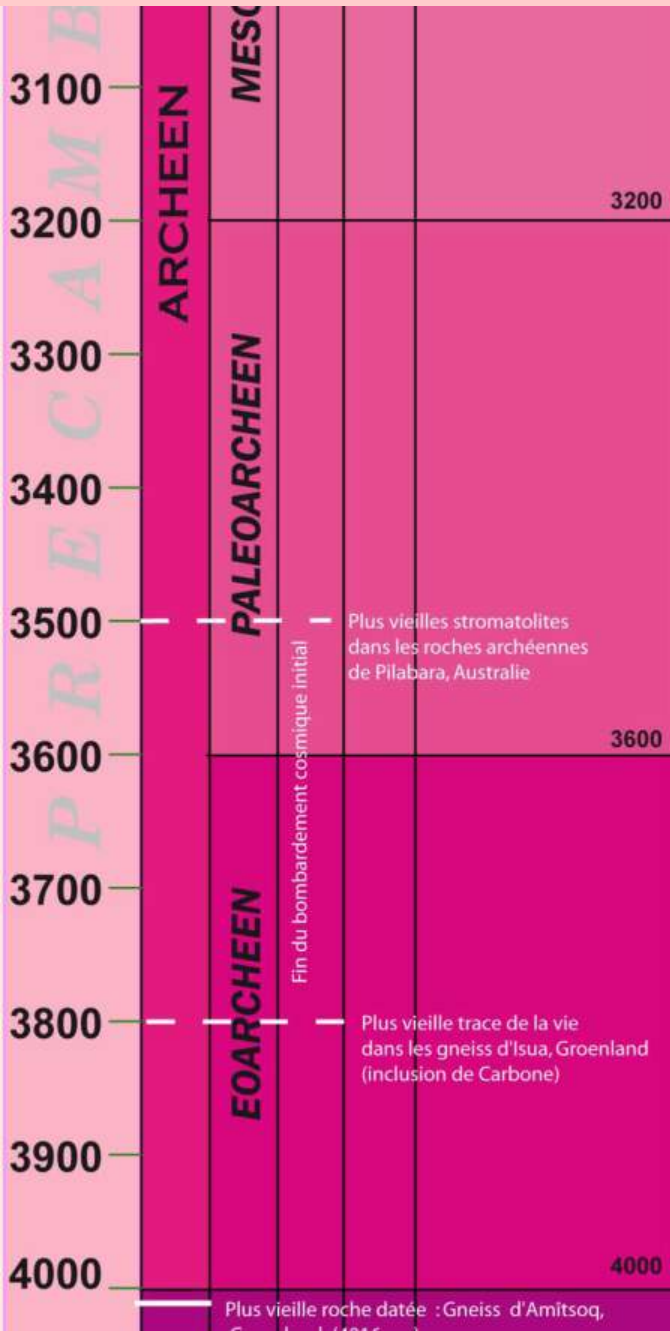
- *Archéobactéries*

fin de l'éon hadéen

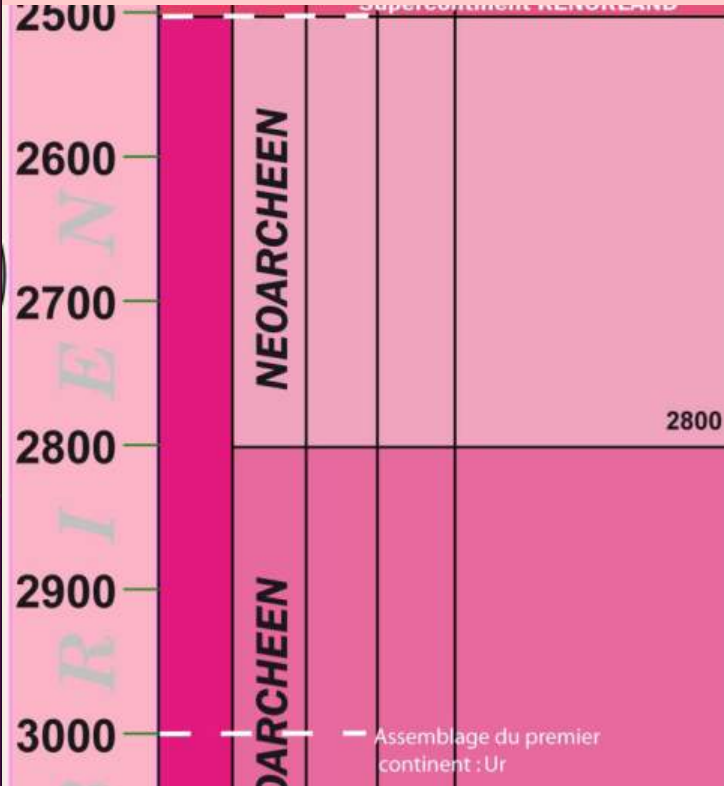
- bactéries anaérobiques des grandes profondeurs près des sources thermales
- traces de carbone trouvées au Groenland qui semblent provenir d'êtres vivants feraient remonter la vie à au moins 4000 Ma



L'ARCHEEN : - 4 000 Ma à – 2.500 Ma



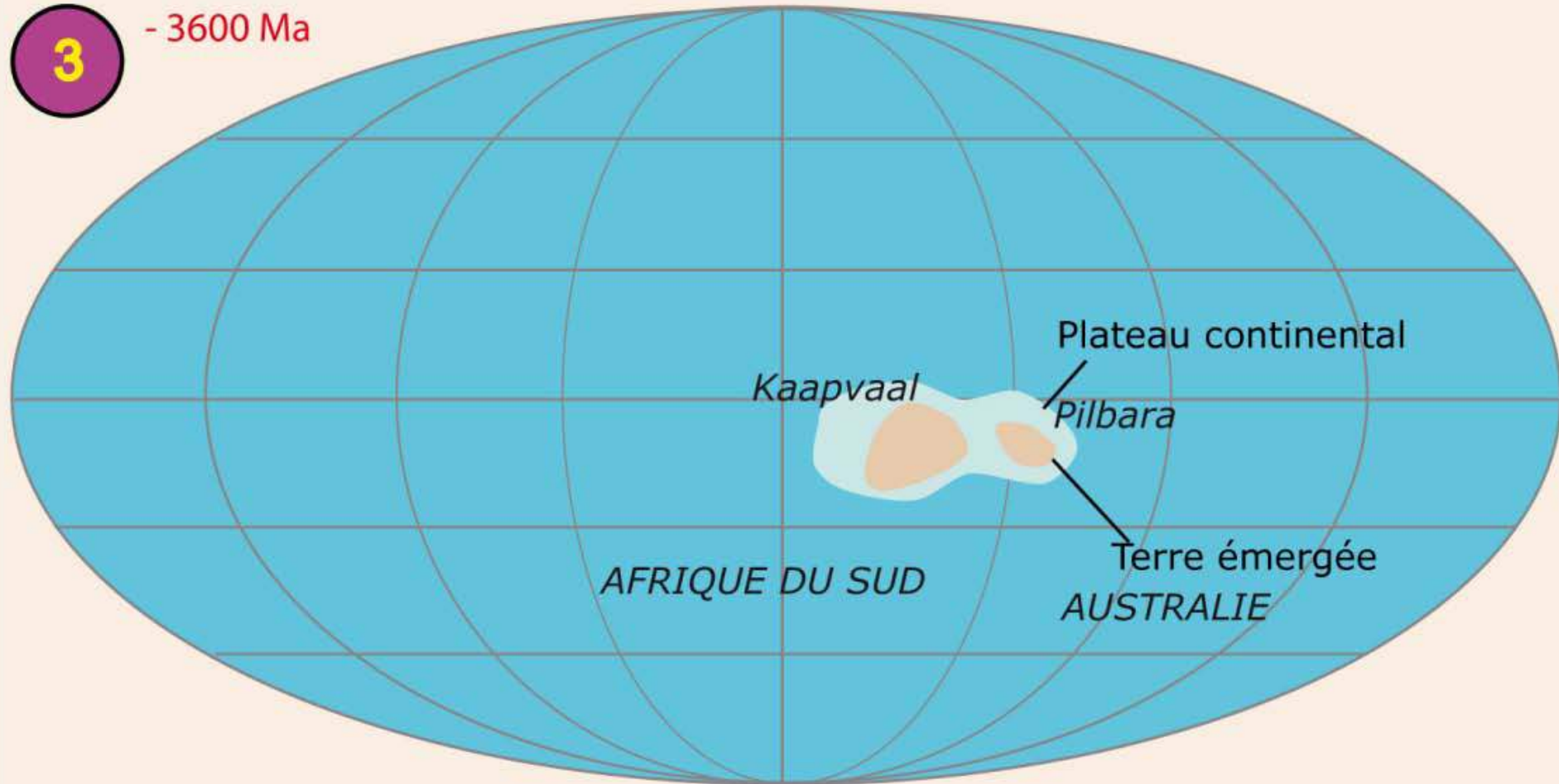
Subdivision



L'ARCHEEN : - 4 000 Ma à – 2.500 Ma

1 - Production des continents

Fin de l'EOARCHEEN (- 4 000 Ma à – 3 600 Ma)



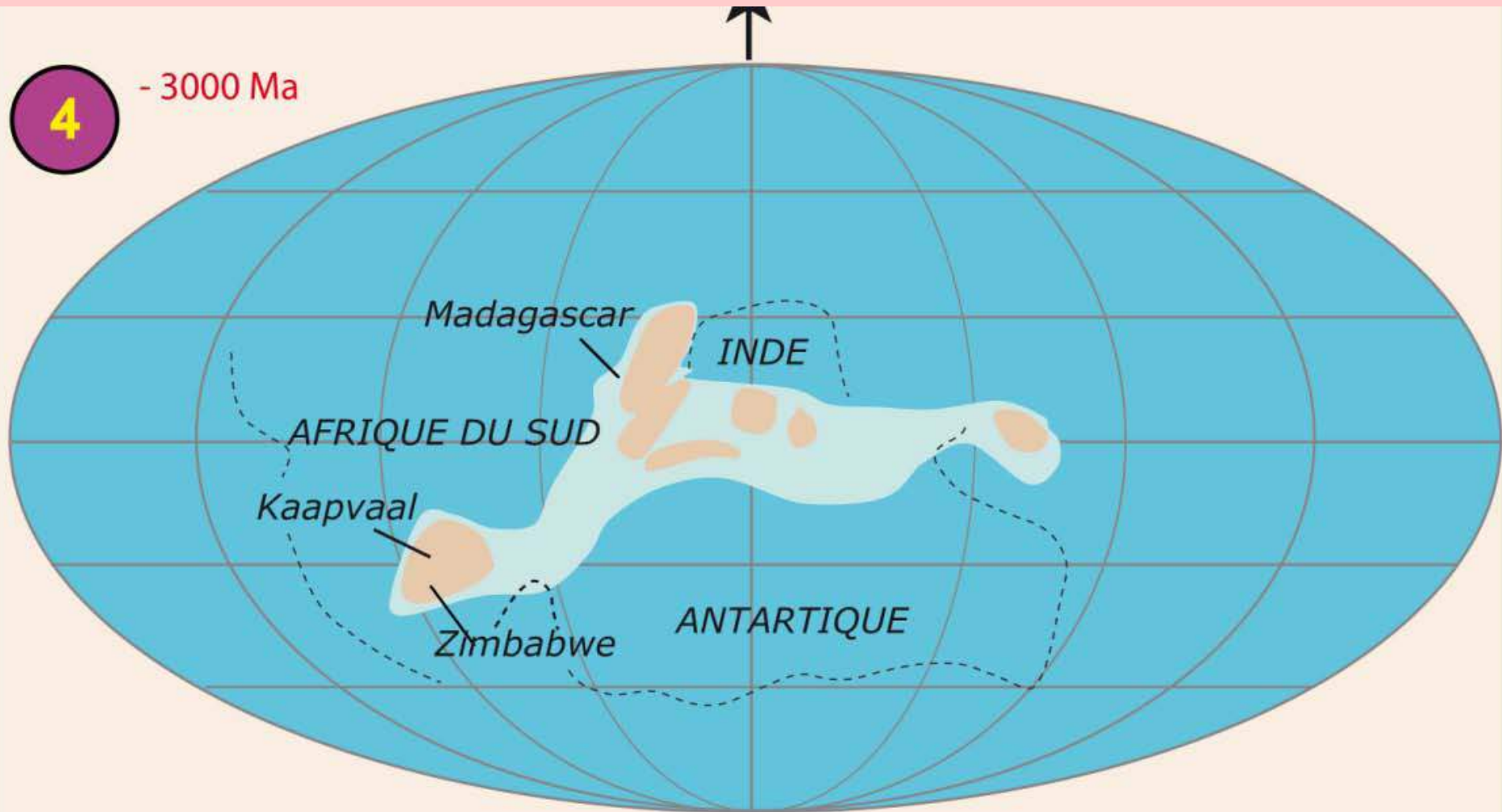
Premier protocontinent : **Vaalbara** (percuté par un important météorite).

Adaptation à partir des travaux de T.E. Zegers and A. Ocampo (2002)

L'ARCHEEN : - 4 000 Ma à – 2.500 Ma

1 - Production des continents

MESOARCHEEN (- 3 600 Ma à – 2 800 Ma)

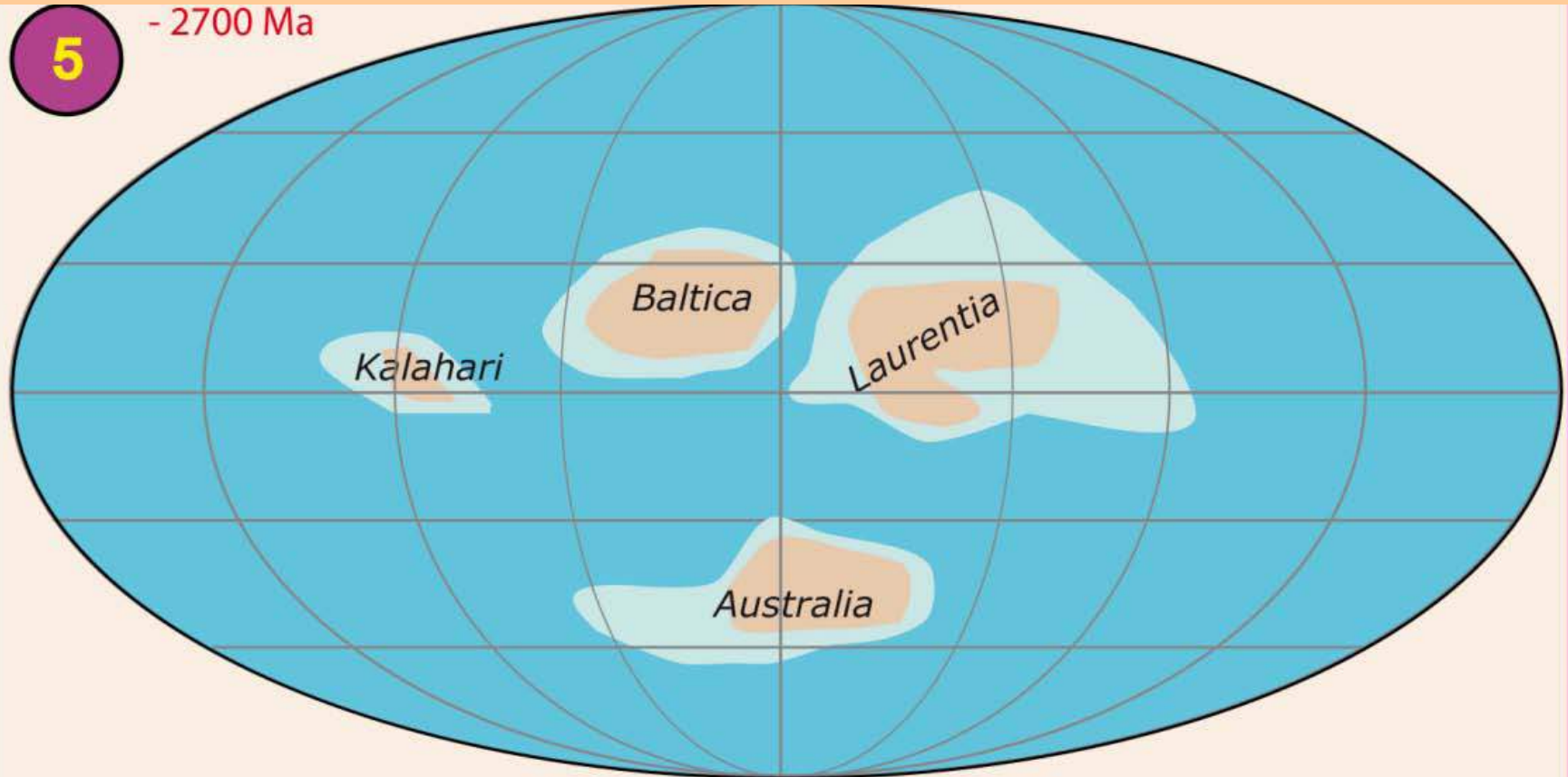


Premier continent : **Ur**

D'après Rogers, J.J.W. et Santosh, M., (2003), modifié

1 - Production des continents

Fin du MESOARCHEEN (- 3 600 Ma à – 2 800 Ma)



Nouveaux continents : Laurentia, Baltica, Kalahari, Australie occidentale. Ils ont été assemblés vers - 2500 Ma pour donner naissance à un supercontinent : **Kenorland**

Laurentia = l'actuelle l'Amérique du nord et la Groenland.

Baltica = l'actuelle Scandinavie, les pays baltes, et le nord-ouest de l'Ukraine

Kalahari = l'actuelle Afrique du Sud, la Namibie et une partie du Botswana

Source: <http://www.geophysics.helsinki.fi/>, modifié

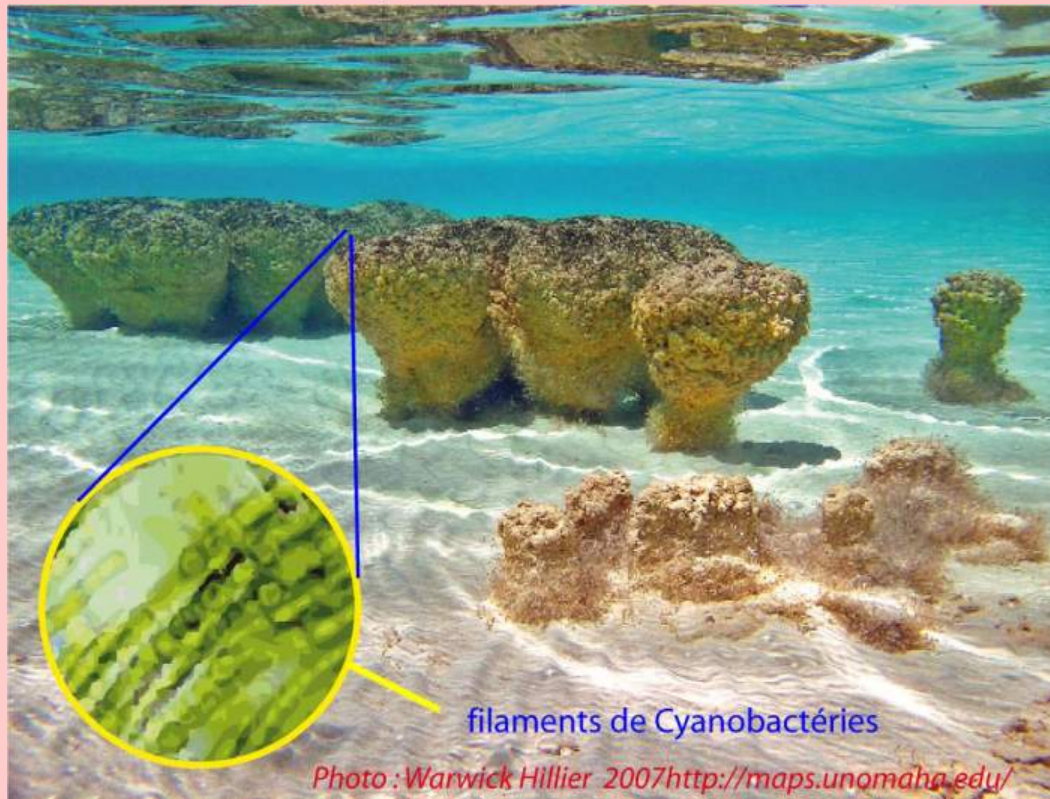
1 - Production des continents

La production des continents résulte de l'activité magmatique intense, de l'érosion partielle et de l'accumulation des sédiments dans des bassins

Les noyaux continentaux ainsi formés à dépassent les 30% du volume actuel des masses continentales

2 - Apparition des stromatolites

Actuellement en Australie et aux Bahamas, on observe des formations de structures semblables dans les milieux marins très salés ou très agités, constituées de dépôts calcaires en feuillets ondulés (2). Le lit le plus récent est constitué d'un tapis de consistance gélatineuse, laminaire, composée d'un treillis de filaments de cyanobactéries. Ces dernières remplissent deux fonctions :



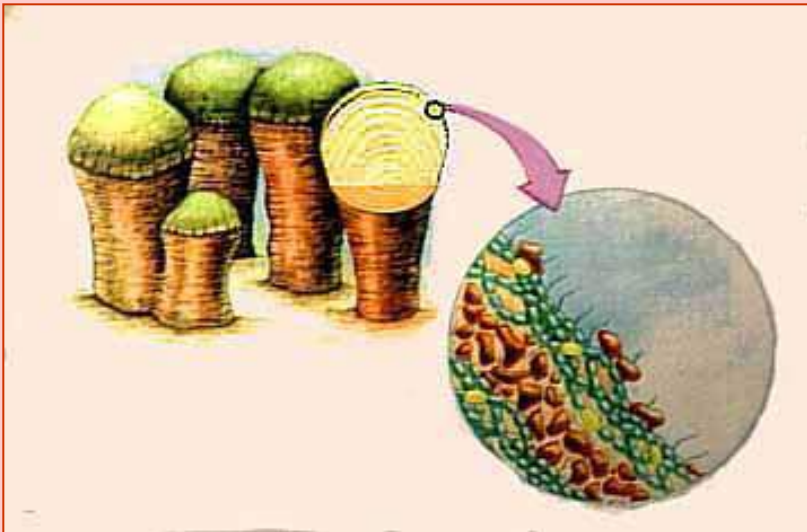
Shark Bay (Ouest de l'Australie)

filaments de Cyanobactéries

Photo : Warwick Hillier 2007 <http://maps.unomaha.edu/>

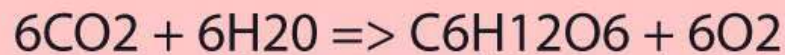
2 - Apparition des stromatolites

Les formations rocheuses de l'Archéen ont fourni la preuve directe sur les premières traces de la vie il y a - 3500 Ma. Elles contiennent des roches carbonatées formées de feuillets superposés et se développant en forme de dômes ou de chou-fleur appelés *Stromatolites* (1). Il s'agit de constructions fossiles qui résultent de l'activité biologique des algues bleues appelés cyanobactéries ou cyanophycées.

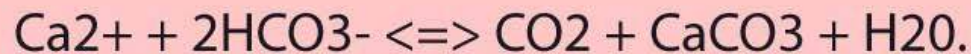


2 - Apparition des stromatolites

- Elles possèdent de la chlorophylle a qui leur permet, en présence de lumière et en captant le gaz carbonique (CO₂) dissous dans l'océan, de libérer l'oxygène (O₂) selon la réaction suivante :



- Elles favorisent également la précipitation du calcaire (CaCO₃) en consommant du CO₂, et en captant le calcium marin (Ca⁺⁺) selon la réaction suivante:



Le calcaire précipité servira à cimenter les particules sédimentaires piégées entre les filaments. Les cyanobactéries qui meurent forment des micro-couches de calcaire plus ou moins pur sur lesquelles se développent les bactéries suivantes, jusqu'à ce qu'on obtienne une structure en dôme. Ainsi on a une croissance carbonatée en feuillets verticale du stromatolite avec rajeunissement du tapis gélatineux bactérien.

3 – Précipitation du Fer

Les cyanobactéries ont donc joué un rôle primordial durant et après l'archéen en nettoyant les océans de l'excès du gaz carbonique et en l'enrichissant en oxygène.

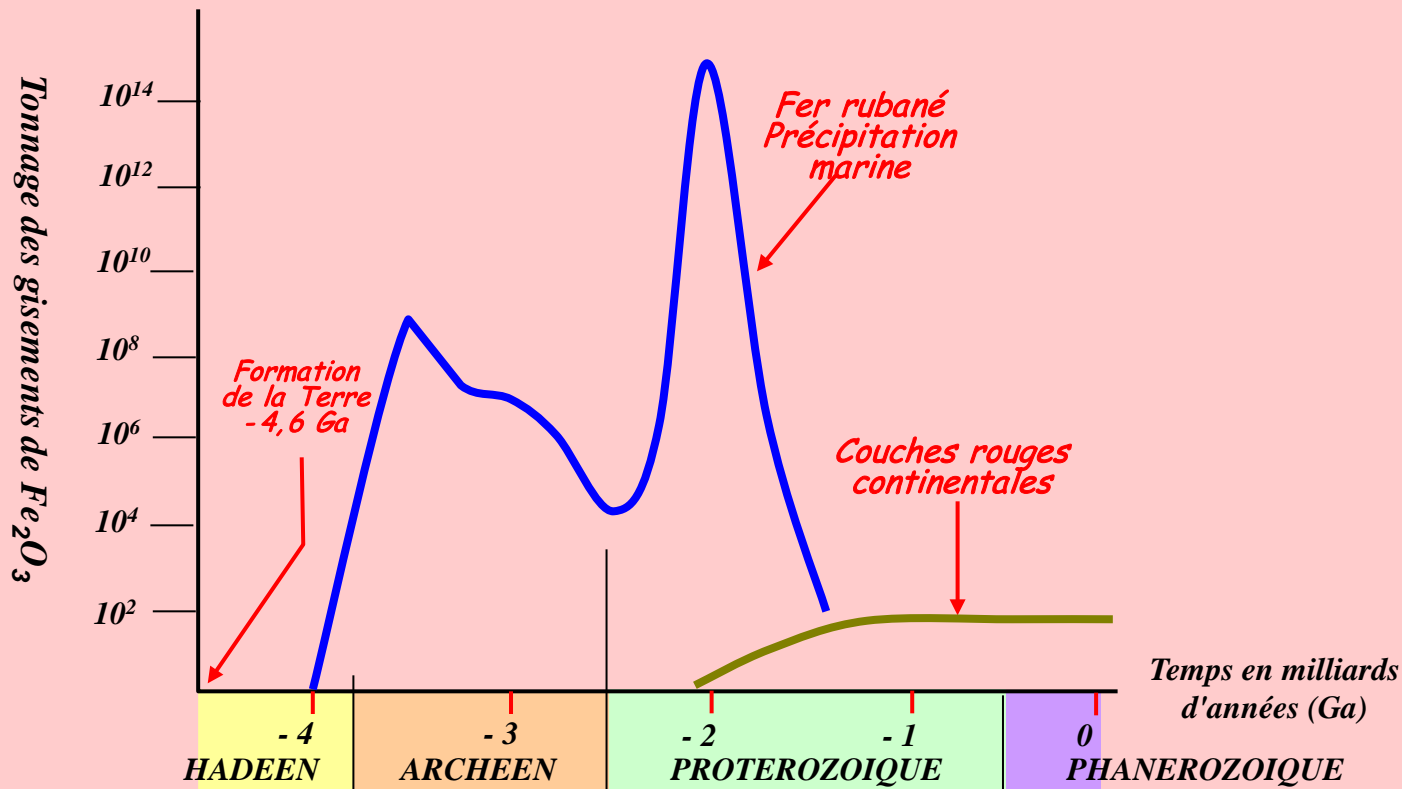
L'oxygène, produit par les bactéries et les algues bleues, s'est d'abord accumulé dans les bassins sédimentaires où il a été fixé par des éléments oxydables comme le fer (3) qui se trouve en excès dans les océans et qui n'avait pas réussi à migrer vers l'intérieur de la Terre lors de la différenciation de



3 – Précipitation du Fer

La plus grande partie du Fer a ainsi précipité pendant l'Archéen et au début du Protérozoïque (entre -2.500 Ma et -2.000 Ma) pour former les grands gisements de fer rubané du Précambrien qu'on connaît actuellement

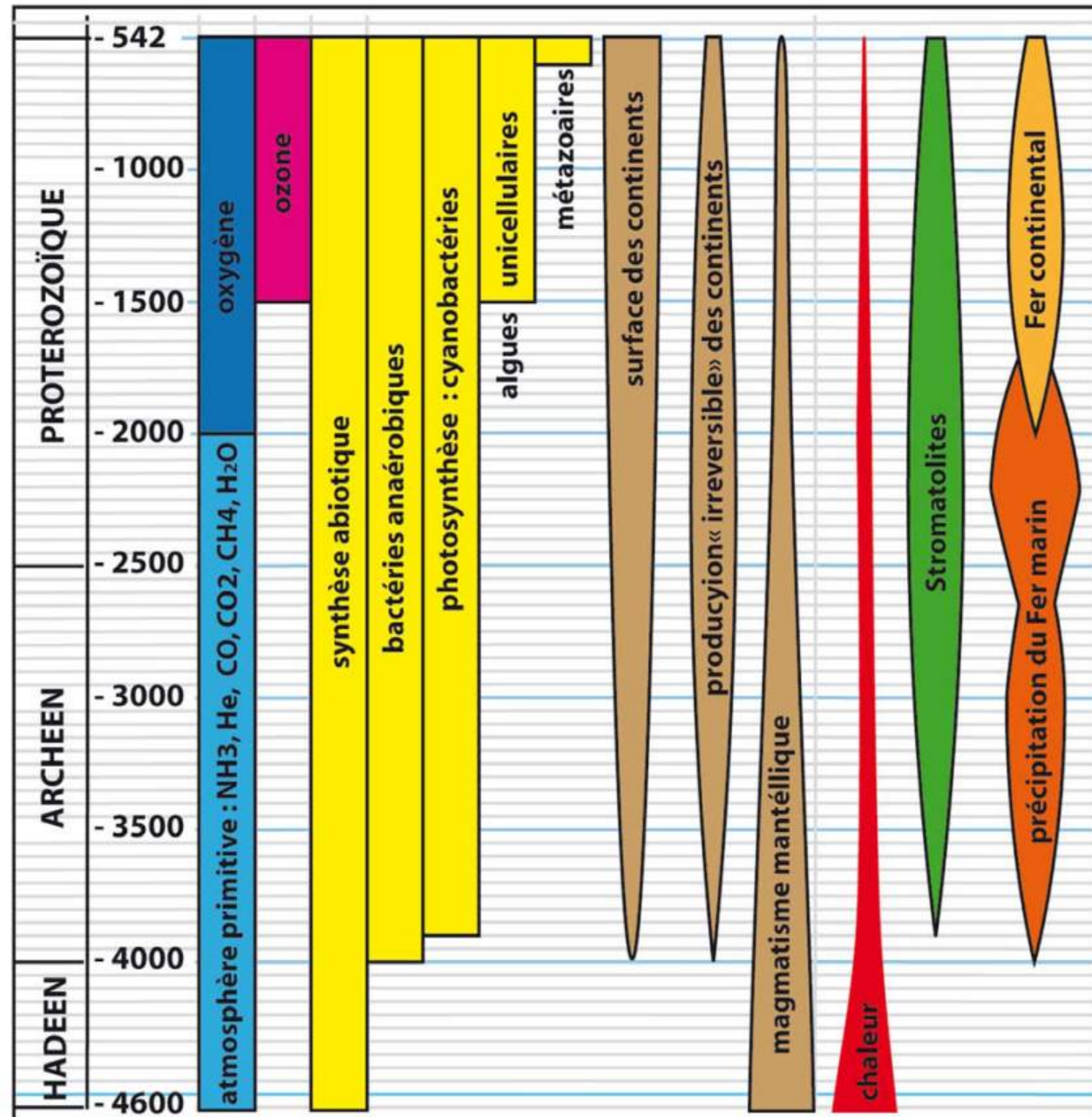
L'oxygène, produit par les bactéries et les algues bleues, s'est d'abord accumulé dans les bassins sédimentaires où il a été fixé par des éléments oxydables comme le fer



4 - Atmosphère

Atmosphère dense et épaisse mais avec une teneur en O₂ très faible

En effet certains sédiments d'Afrique du sud, datés de -2.700 Ma à - 2.500 Ma, sont riches en uraninite (U₃O₈) caractérisant ainsi un milieu sédimentaire deltaïque peu profond et très agité et qui est en équilibre avec l'atmosphère. Si cette dernière contenait de l'O₂, l'Uranite sera déstabilisée car elle est soluble dans l'oxygène



LE PROTÉROZOÏQUE (- 2 500 Ma à – 540 Ma)

L'évolution géologique

Après les premiers noyaux continentaux à l'Archéen, le volume de la croûte continentale a augmenté progressivement tout au long du Protérozoïque qui a une durée de près de 2.000 Ma.


À la fin du Protérozoïque, le volume des masses continentales avait atteint celui que nous connaissons aujourd'hui. Cette évolution résulte d'un ensemble de phénomènes géologiques durant trois grands cycles orogéniques

Le Paléoprotérozoïque : -2 500 Ma à -1 600 Ma

Cette époque est découpée en quatre périodes :

- Le **sidérien** (-2.500 Ma -2.300 Ma): accélération des dépôts des formations sédimentaires ferrugineuses
- Le **rhyacien** (-2.300 Ma -2.050 Ma) : injection de laves stratifiées,
- L'**orosirien** (-2.050 Ma -1.800 Ma): période orogénique générale, (orogénèses karélienne (bouclier baltique), huronienne (bouclier canadien), éburnéenne (Afrique de l'Ouest)).

Le **stathérien** (-1.800 à -1.600 Ma): stabilisation des boucliers qu'on appelle les *cratons*

AGE (Ma)	Eon	Era	Period
100	Phanerozoic	Cenozoic	
200		Mesozoic	
300		Paleozoic	
400			
500			
600			
635	Proterozoic	Neo-proterozoic	Ediacaran 
700			Cryogenian
800			Tonian
900		Meso-proterozoic	Stenian
1000			Ectasian
1100			Calymmian
1200		Paleo-proterozoic	Statherian
1300			Orosirian
1400			Rhyacian
1500			Siderian
1600			
1700			
1800			
1900			
2000			
2100			
2200			
2300			
2400			
2500			

LE PROTEROZOÏQUE

Les supercontinents

Le Paléoprotérozoïque : -2.500 Ma à -1600 Ma



2^{ème} Supercontinent : le **Columbia**

L'assemblage des continents s'est opéré il y a -2000 Ma

Adaptation à partir des travaux de Zhao et al. (2002) et J. L. Vigneresse (2005)

LE PROTEROZOÏQUE (- 2 500 Ma à – 540 Ma)

L'évolution géologique

Le Mésoprotérozoïque : -1 600 Ma à -1 000 Ma

Fragmentation du craton du Protérozoïque inférieur : Nouvelles plaques lithosphériques continentales, entre lesquelles s'ouvrent de vrais océans avec une sédimentation d'eau profonde.

A l'intérieur de la plupart des plaques continentales des bassins peu profonds vont s'installer où la sédimentation carbonatée à stromatolites va se développer (dépôts de plate-forme).

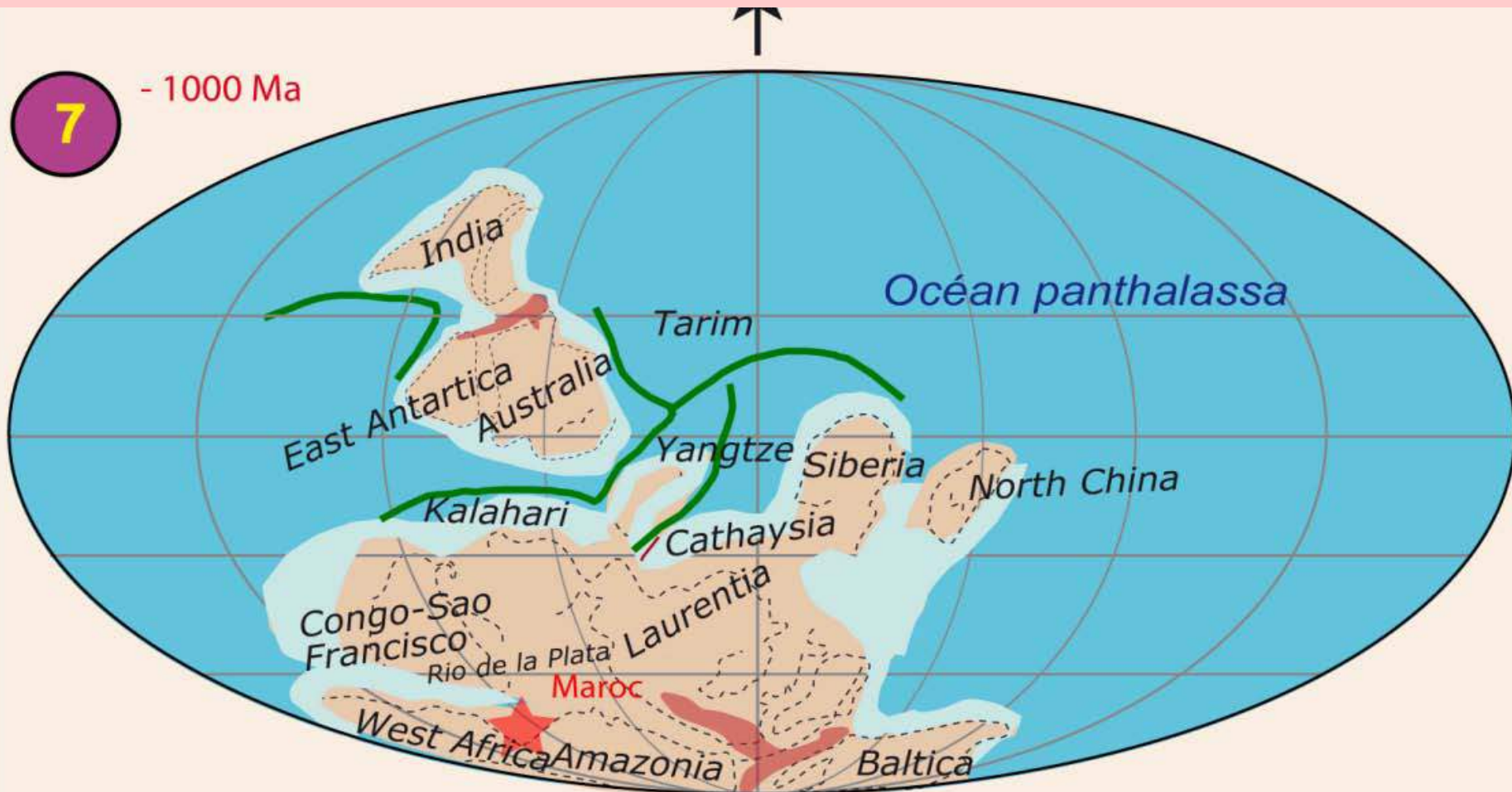
Vers -1.200 Ma -1.000 Ma commence une nouvelle orogénèse qui correspond à la fermeture des océans en formant de nouvelles chaînes de montagne, tandis que les dépôts de plate-forme seront peu ou pas déformés.

AGE (Ma)	Eon	Era	Period
100	Phanerozoic	Cenozoic	
200		Mesozoic	
300		Paleozoic	
400			
500			
600			
635			Ediacaran
700		Neo-proterozoic	Cryogenian
800			
900			Tonian
1000	Proterozoic	Meso-proterozoic	Stenian
1100			
1200			Ectasian
1300			
1400			Calymmian
1500		Paleo-proterozoic	
1600			Statherian
1700			
1800			Orosirian
1900			
2000			Rhyacian
2100			
2200			Siderian
2300			
2400			
2500			

LE PROTEROZOÏQUE

Les supercontinents

Le Mésoprotérozoïque : -1.600 Ma à – 1 000 Ma



3^{ème} Supercontinent : le **Rodinia**

Chaîne orogénique de Grenville

Zones de subduction (légende commune pour les figures suivantes)

D'après les travaux de Z.X. L et al (2008), modifié

LE PROTEROZOÏQUE (- 2 500 Ma à – 540 Ma)

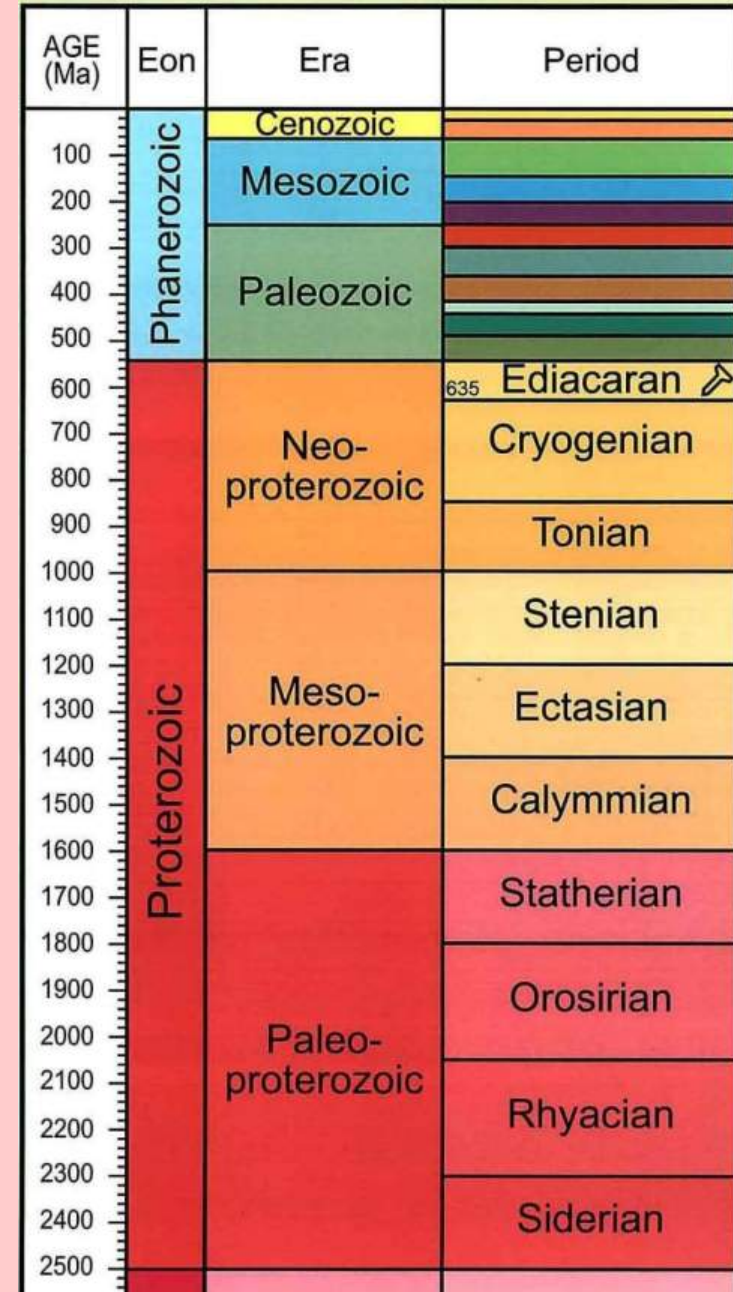
L'évolution géologique

Le Néoprotérozoïque : -1 000 Ma à - 540 Ma

Il présente les mêmes caractères d'ensemble que l'ère précédent avec de nouveaux cycles orogéniques

Vers -850 à -650Ma, la planète a connu glaciation générale qui a modifié le caractère sédimentaire.

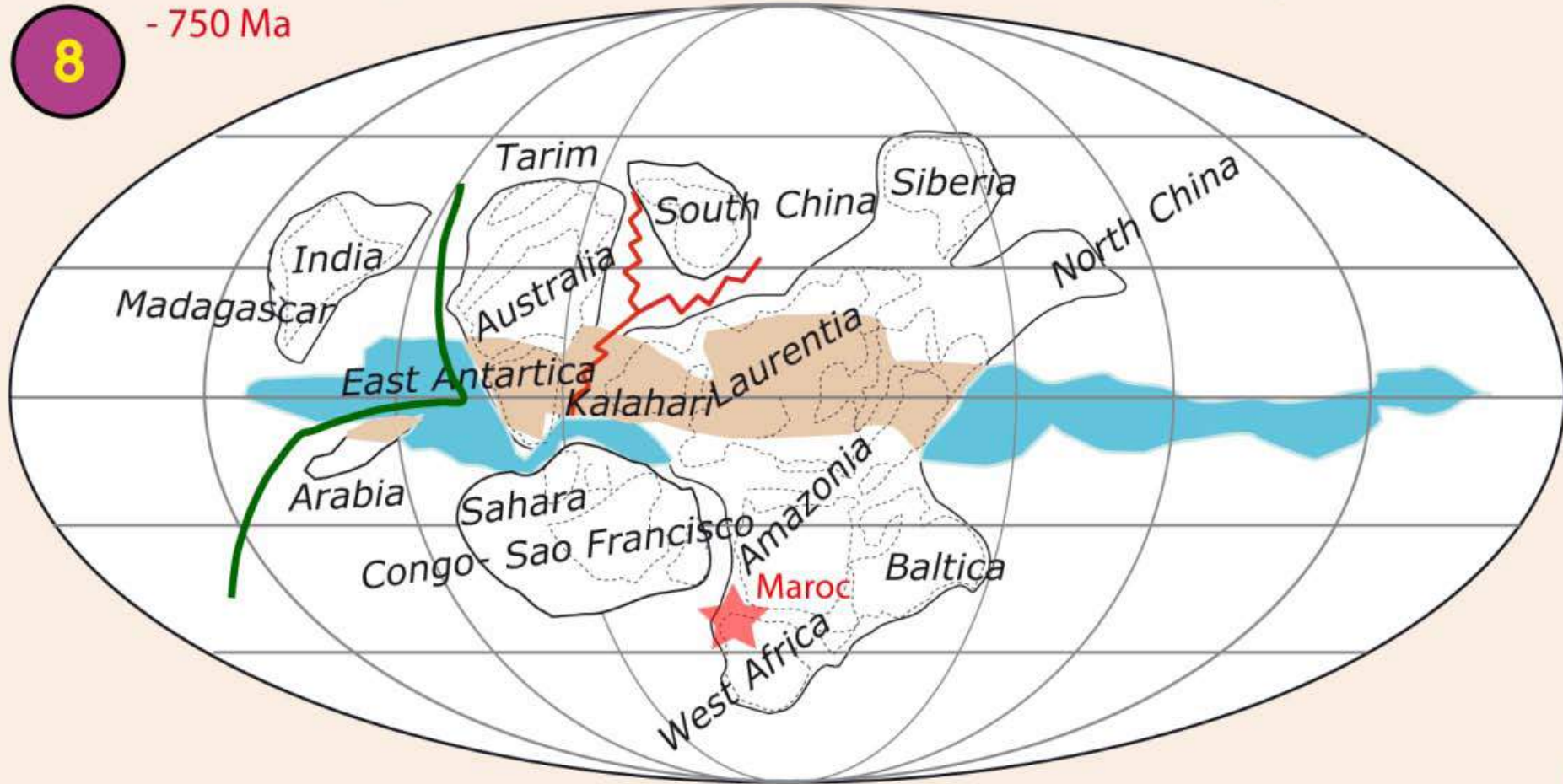
Vers - 650 Ma, les océans ont de nouveau tous fermés et la coûte continentale formait un supercontinent qu'on le *Rodinia*.



LE PROTEROZOÏQUE

Les supercontinents

Le Néoprotérozoïque : -1 000 Ma à - 540 Ma



Sphère de neige à 90% et fragmentation du **Rodinia**

- Ouverture des océans (même légende pour les figures qui vont suivre)
- Zones enneigées

Les supercontinents


Le Néoprotérozoïque : -900 Ma à -540 Ma

9

Ediacardien : - 630 Ma



Allure du Rodinia à la fin du Précambrien

 Formation de la chaîne orogénique panafricaine
d'après les travaux de Z.X. Li et al. (2008)

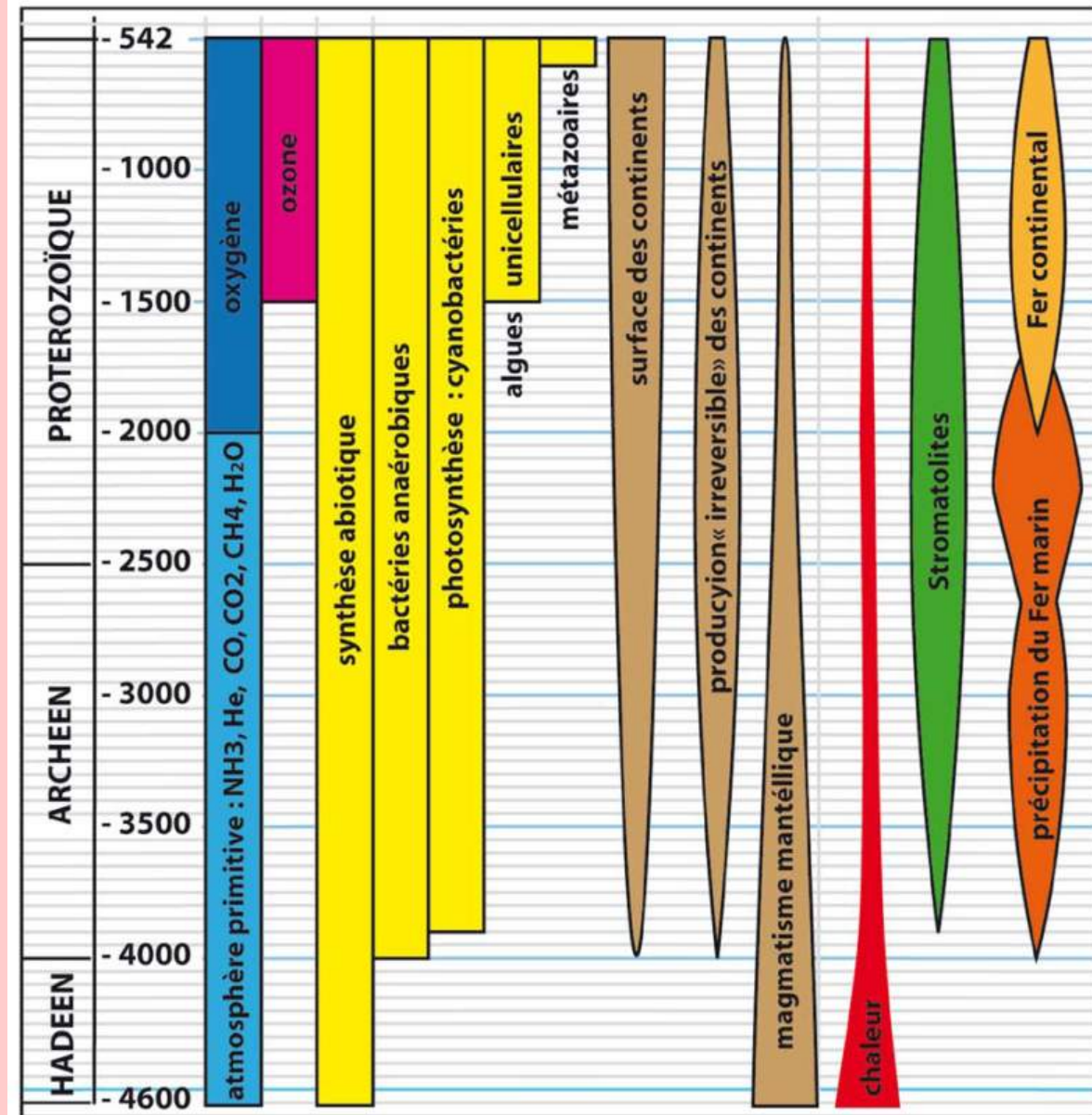
LE PROTEROZOÏQUE

3 – Poursuite du dépôt de Fer

- Neutralisation du fer en milieu aquatique

- Apparition d'autres minerais de fer différents appelés couches rouges continentales

- Avant 2.000 Ma l'atmosphère est dépourvue de O₂



LE PROTEROZOÏQUE

L'atmosphère

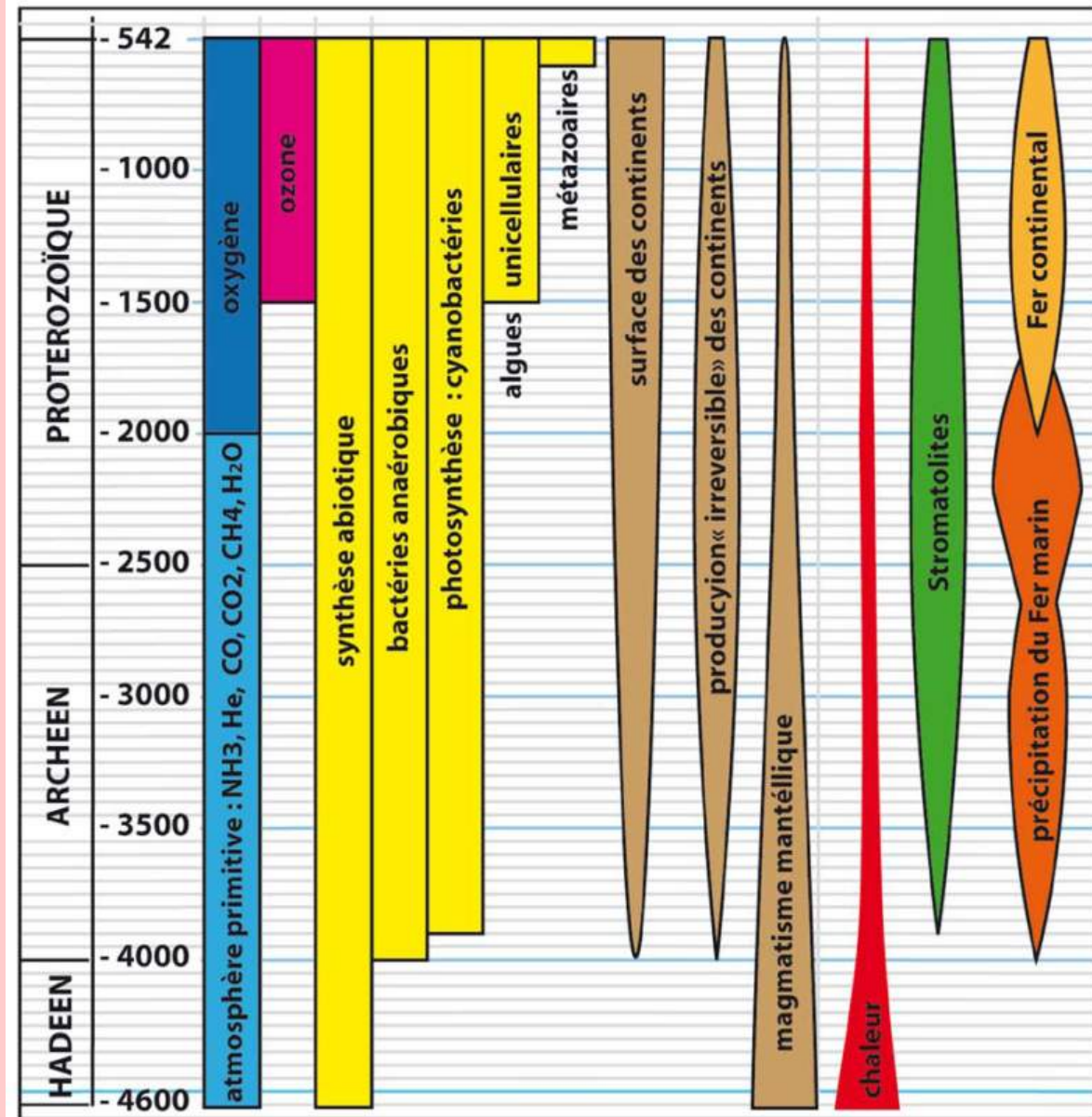
O₂ aquatique s'échappe pour enrichir l'atmosphère primitive

-2.000 Ma, la concentration en O₂ était égale à 1 % de sa concentration actuelle, les UV ne pénétraient plus dans l'eau au delà de 30 cm

- surface terrestre protégée des rayons ultraviolets nocifs et permettra à la vie de s'installer sur les continents.



-1.500 Ma, sous l'effet des éclairs et des rayonnements UV une partie de O₂ est transformée en ozone (O₃)



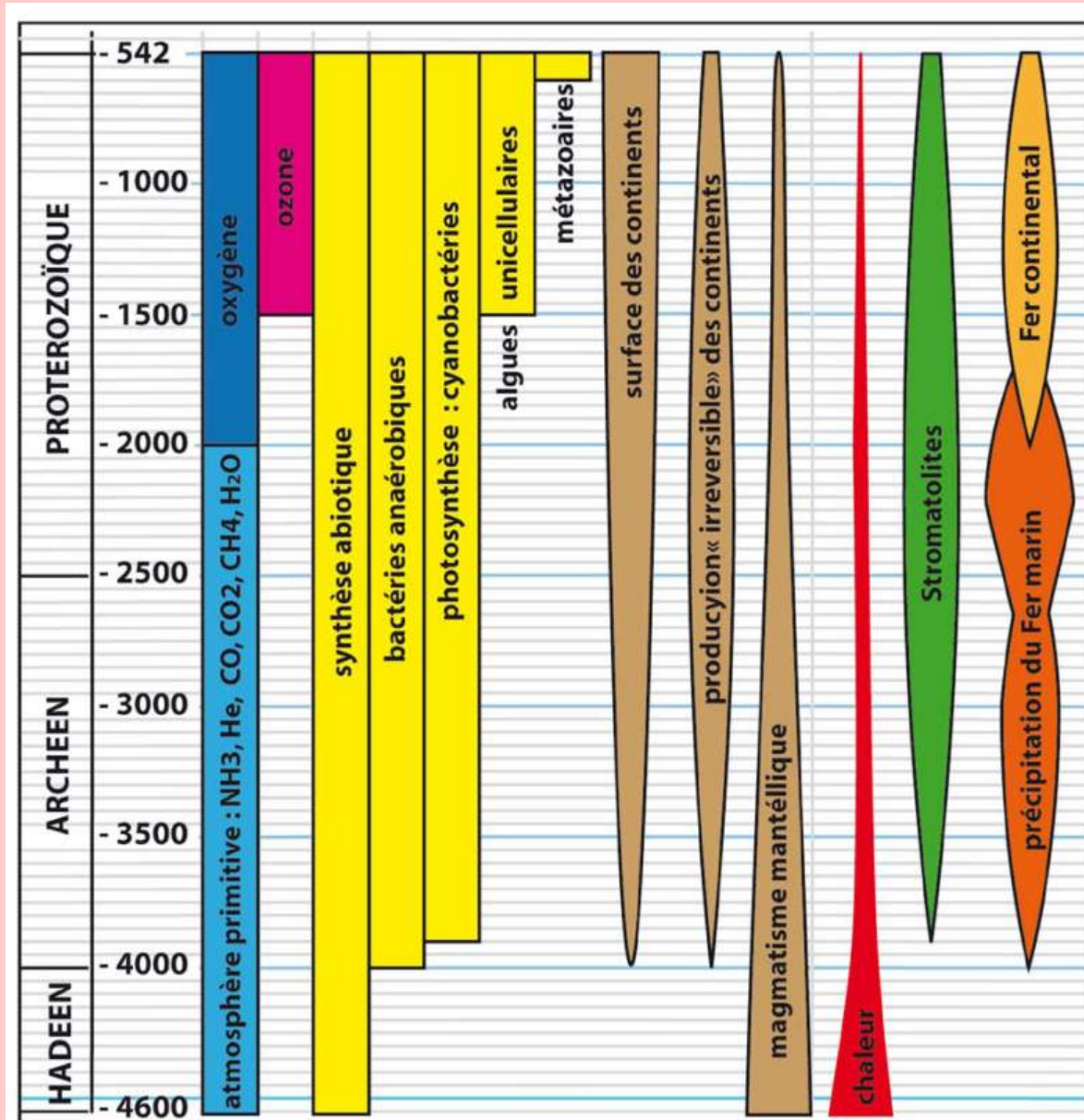
LE PROTEROZOÏQUE

Evolution des êtres vivants

Le Néoprotérozoïque : -900 Ma à -540 Ma

Vers -800 Ma apparaissent les premiers métazoaires = invertébrés marins peu complexes, et sans test (sans coquille) représentés –entre autre - par des méduses alors que le taux d'O₂ = 5% du taux actuel

Vers - 650 Ma se produit une extinction de 70% de la flore et de la faune. Cette disparition pourrait correspondre à une glaciation sévère de la planète.



LE PROTEROZOÏQUE

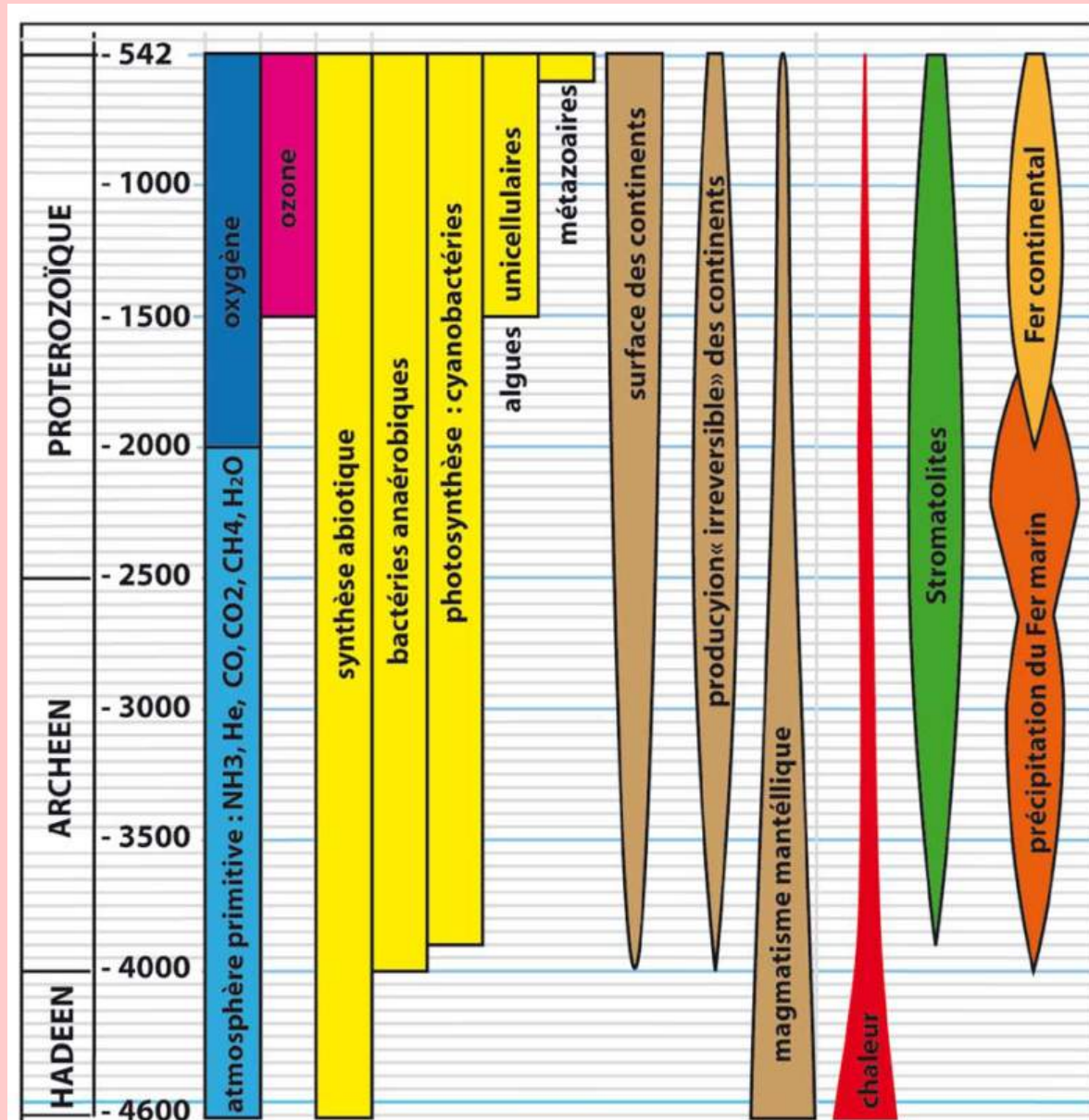
Evolution des êtres vivants

Le Néoprotérozoïque : -1 000 Ma à - 540 Ma

Vers - 600 Ma – 540 Ma (fin du Précambrien), début des peuplements dans les océans d'invertébrés évolués encore dépourvus de squelette ou de carapace tels que les annélides, les cnidaires et les arthropodes.

La plupart des groupes actuels étaient présents à cette époque; d'autres ont disparues depuis.

Les algues et les lichens, à cette époque, bordaient les océans.



HADEAN EON

ARCHEAN EON

Earth
accretion

4400 Ma
Oldest mineral grain

4000 Ma
Oldest continental rocks

4000

Assembly of early supercontinent ?

Earliest cratons form

3500

3000

2500

Assembly of
Columbia

2000

PROTEROZOIC EON

Assembly
of Rodinia

1500

700

1000

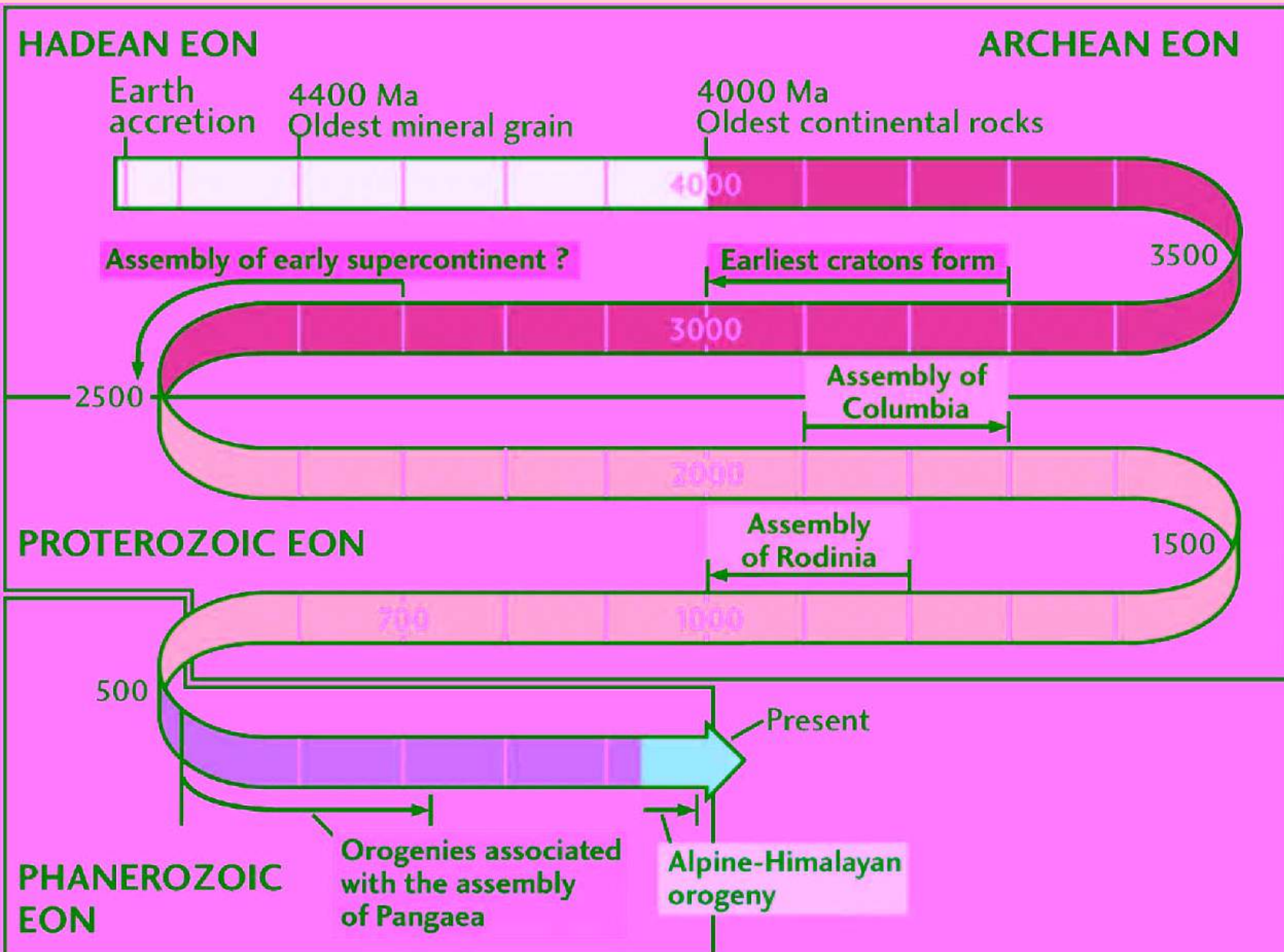
500

Present

PHANEROZOIC EON

Orogenies associated
with the assembly
of Pangaea

Alpine-Himalayan
orogeny



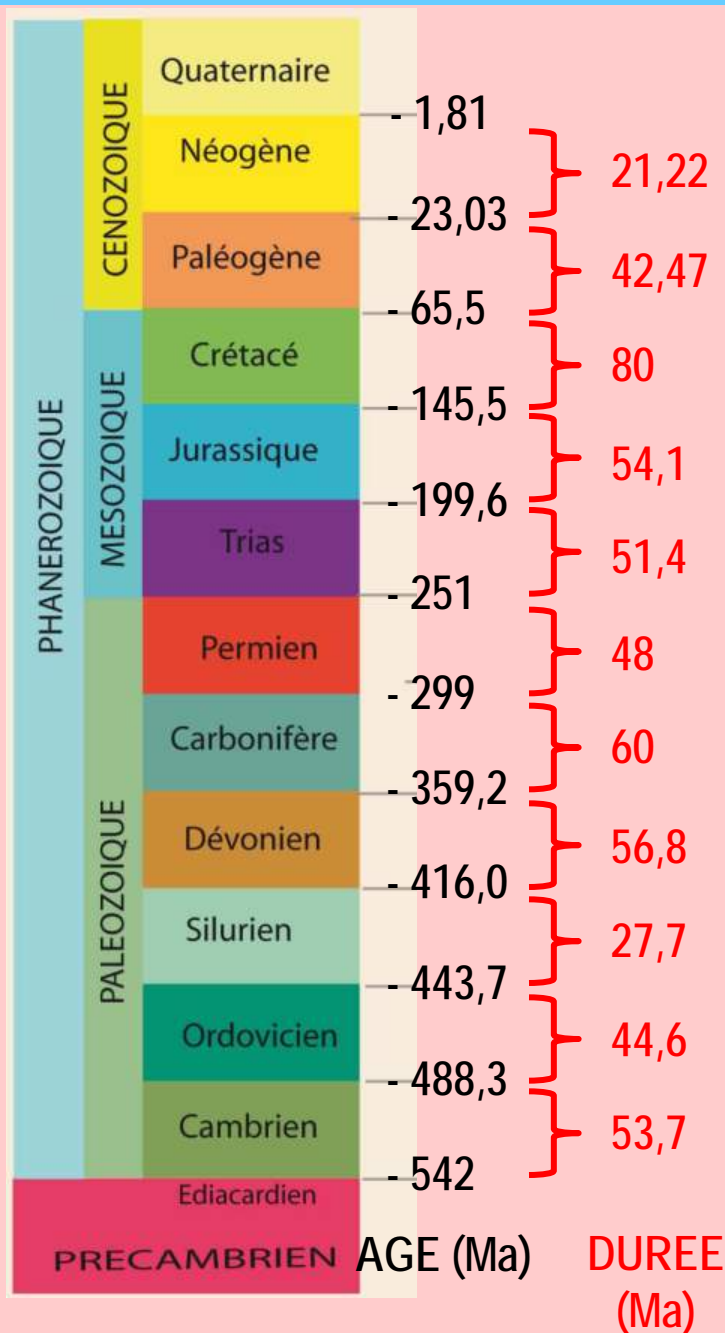
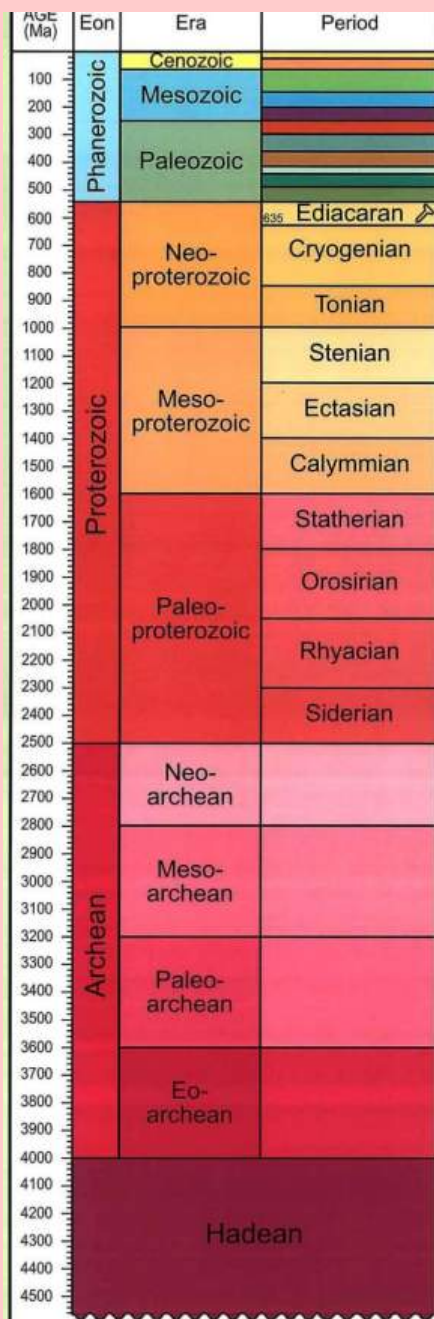
faune d'Ediacara



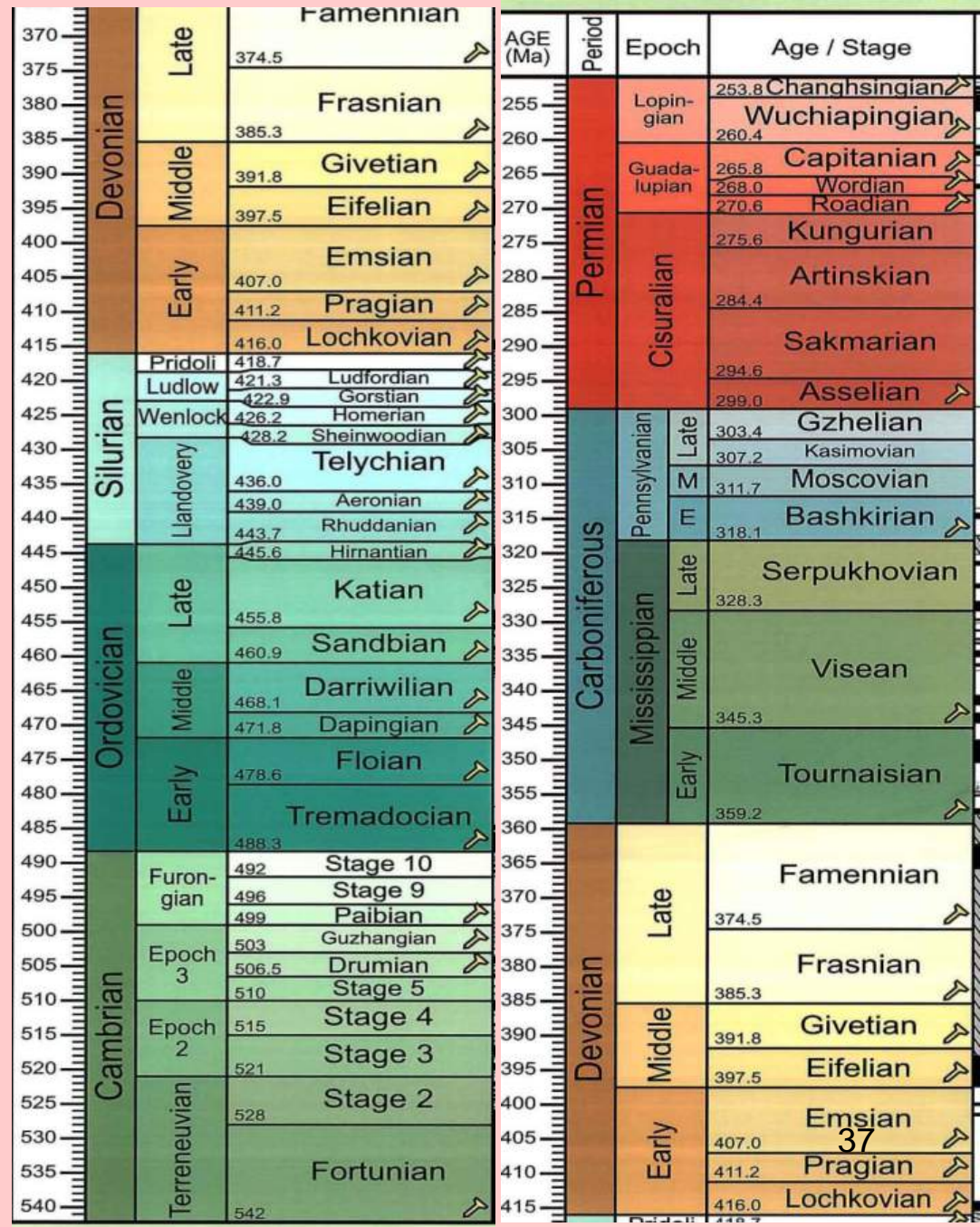
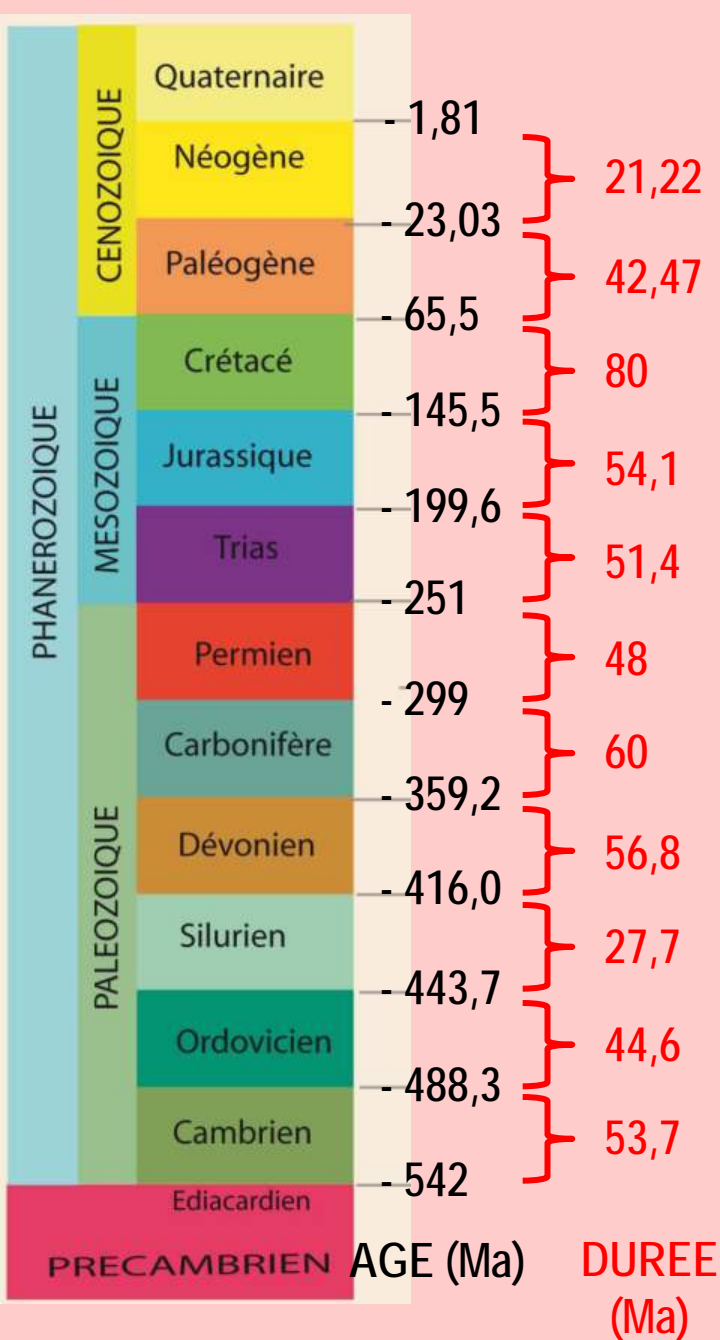
echinoderme
primitif possible



DEUXIEME PARTIE : LE PHANEROZOIQUE



I - LE PALEOZOIQUE = L'ERE PRIMAIRE: - 540 Ma à - 245 Ma (durée 295 Ma)



I - LE PALEOZOIQUE = L'ERE PRIMAIRE: - 540 Ma à - 245 Ma (durée 295 Ma)

1 - Le Cambrien: - 542 Ma à - 488,3 Ma (durée 53,7 Ma)

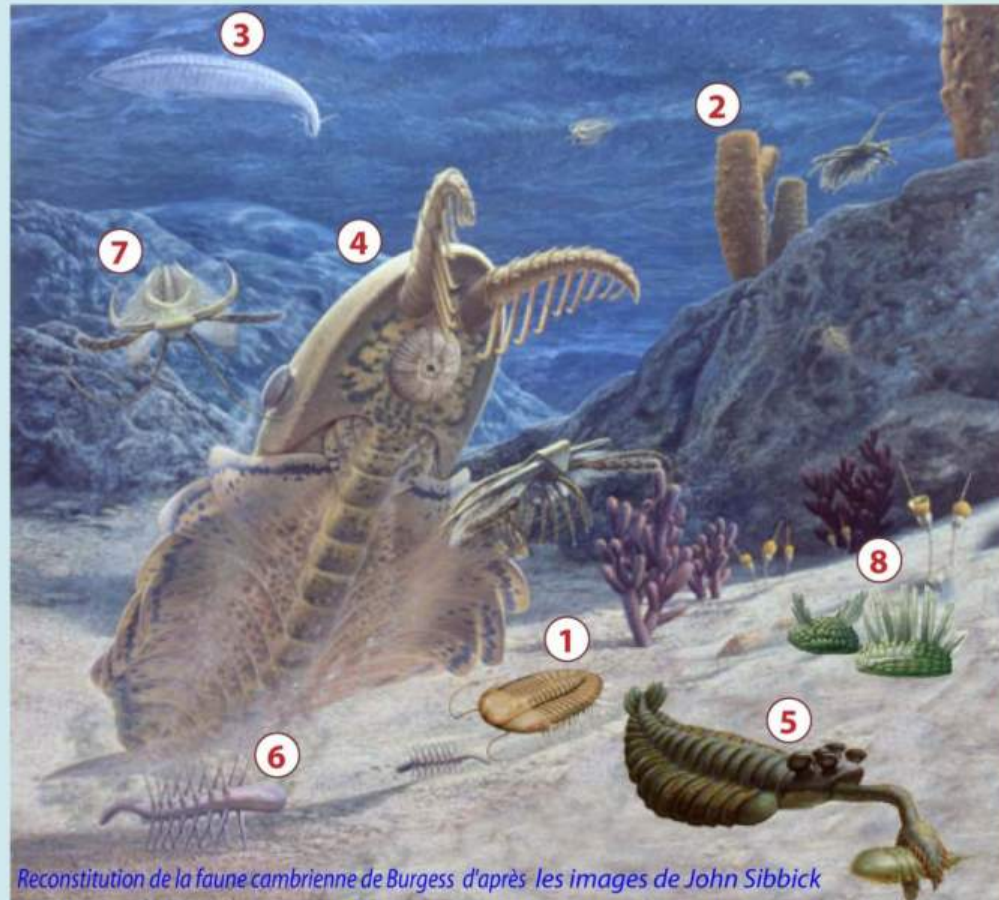
a - Évolution des êtres vivants

Les principaux groupes d'invertébrés représentés actuellement ont fait leur apparition dès cette époque. On parle d'*explosion cambrienne*. La plupart des espèces sont éteintes à la fin du Paléozoïque comme les *Trilobites* (1) et à la fin du Cambrien comme les *Archaeocyathes* (2) qui sont des éponges ayant joué un rôle constructeur de récifs et la faune des *Schistes de Burgess* (Canada) dont *Pikaia* (3) qui est un Chordé ancêtre des vertébrés, le géant *Anomalocaris* (4) et *Opabinia*, (5) qui étaient les grands prédateurs de l'époque.



Trilobite cambrien
du sud marocain
Paradoxides sp.

- 1-Trilobite
- 2-Eponge
- 3-Pikaia
- 4-Anomalocaris
- 5-Opabinia
- 6-Hallucigenia
- 7-Opabinia
- 8 - Wiwaxia



Reconstitution de la faune cambrienne de Burgess d'après les images de John Sibbick

I - LE PALEOZOIQUE = L'ERE PRIMAIRE: - 540 Ma à - 245 Ma (durée 295 Ma)

1 - Le Cambrien: - 542 Ma à - 488,3 Ma (durée 53,7 Ma)

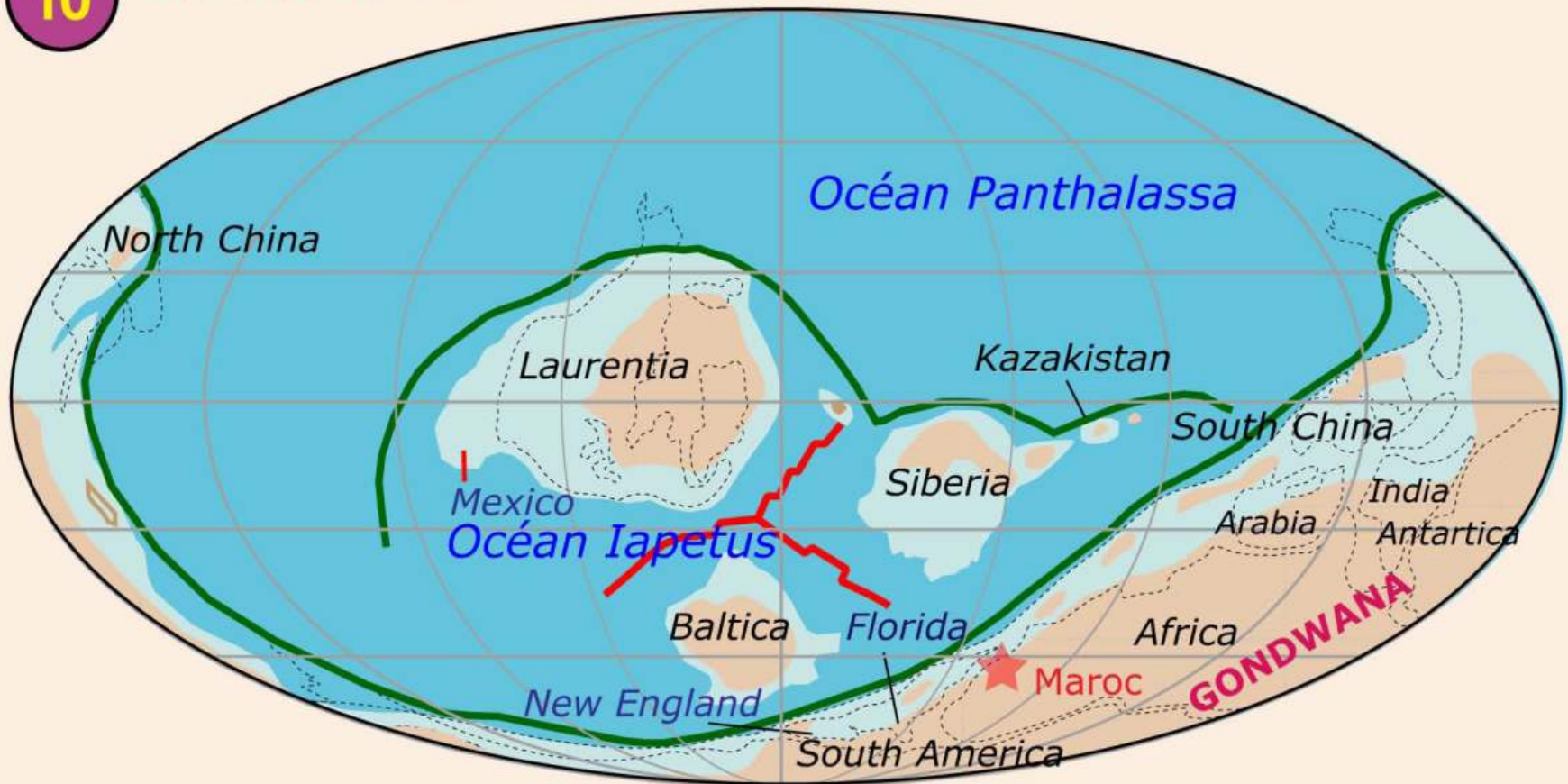
a - Évolution des continents

Laurentia (actuelle Amérique du nord) et **Baltica** (Europe du nord)

10

Cambrien :- 514 Ma

début du cycle orogénique calédonien



Formation et migration vers le Sud d'un supercontinent: le **Gondwana**

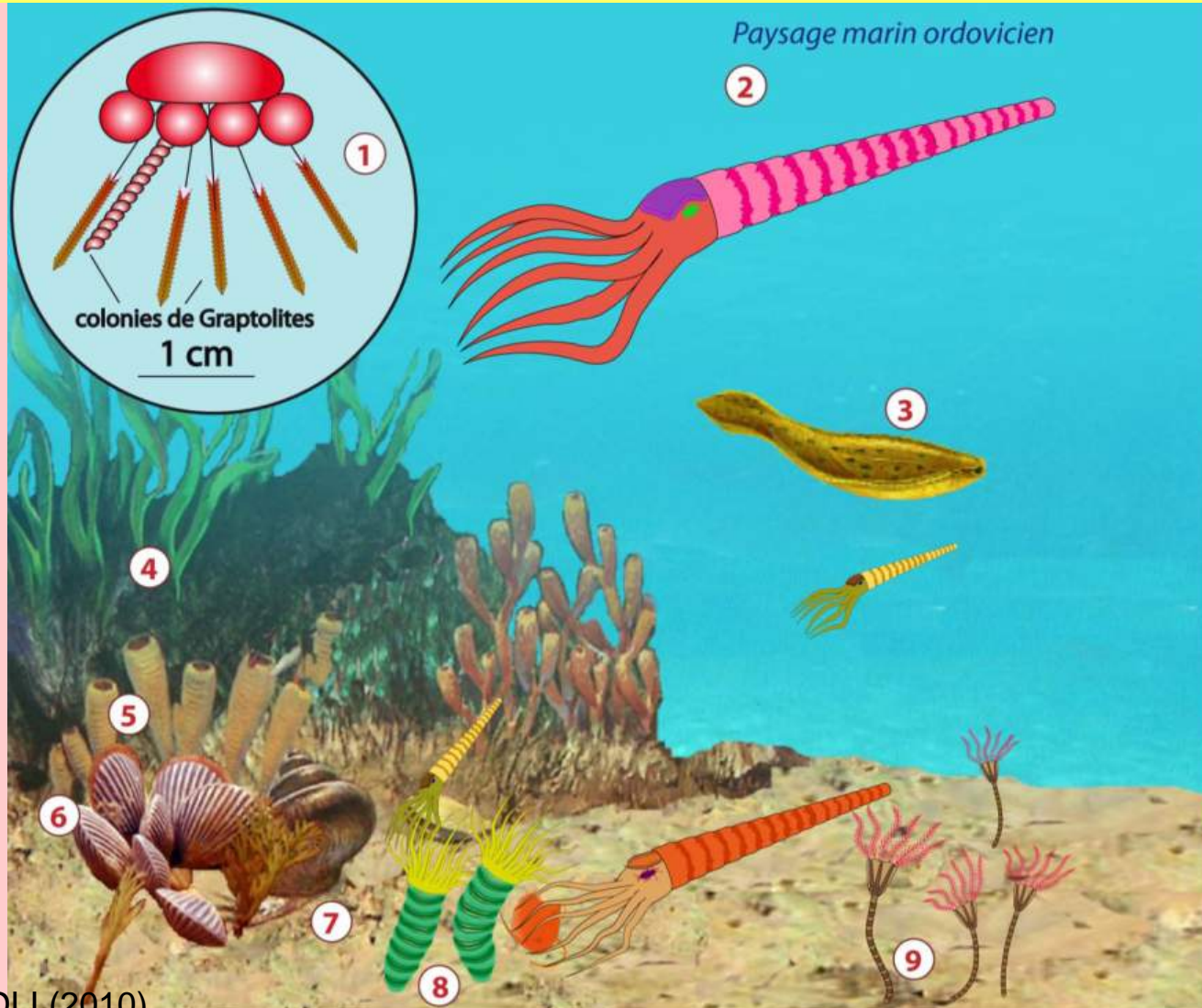
Ouverture d'un océan dit **Iapetus** entre Baltica et Laurentia

Les planisphères pour le Phanérozoïque sont inspirées des travaux de Scotese: <http://www.scotese.com>

I - LE PALEOZOIQUE = L'ERE PRIMAIRE: - 540 Ma à - 245 Ma (durée 295 Ma)

2 - L'Ordovicien : - 488,3 à - 443,7 Ma (durée 44,6 Ma)

a - Évolution des êtres vivants



Pr. Driss FADLI (2010)

1- colonies de graptolites, 2-Orthoceras, 3-Poisson agnathe, 4-algues, 5-éponges, 6-mollusques, 7-Gastéropode, 8-Coraux, 9-Echinodermes.

I - LE PALEOZOIQUE = L'ERE PRIMAIRE: - 540 Ma à - 245 Ma (durée 295 Ma)

2 - L'Ordovicien : - 488,3 à - 443,7 Ma (durée 44,6 Ma)

a - Évolution des êtres vivants (suite)

Le milieu aérien est toujours un désert rocheux, tandis que la vie marine prospère au début de l'Ordovicien avec apparition de nouvelles espèces telles que :

- les Graptolites (organismes coloniaux à "squelette" chitineux) qui constituent une part importante et diversifiée du plancton marin (1);
- les Nautiloïdes qui sont des Céphalopodes du genre *Orthoceras* (2), les coraux Tabulés et Tétracoralliaires;
- les premiers vertébrés représentés par des poissons primitifs, dépourvus de mâchoires (agnathes) avec un orifice buccal et sont recouverts de plaques osseuses dermiques. (3).

A la fin de l'Ordovicien, presque un tiers de la faune marine s'est éteinte; les Trilobites furent particulièrement affectés. Cette disparition coïncide avec une sévère glaciation de la planète. Les espèces qui ont résisté ont poursuivi leur évolution.

I - LE PALEOZOIQUE = L'ERE PRIMAIRE: - 540 Ma à - 245 Ma (durée 295 Ma)

2 - L'Ordovicien : - 488,3 à - 443,7 Ma (durée 44,6 Ma)

b - Évolution des continents

11

Ordovicien moyen: - 458 Ma



Début de fermeture de l'océan Iapetus

Avalonia comprend l'actuelle NW de la Pologne, le Nord de l'Allemagne, les Pays-Bas, la Belgique, le Nord de la France, l'Angleterre et le Pays de Galles, l'Irlande méridionale, le SE de Terre-Neuve, le Nord de la Nouvelle-Écosse et l'Est de la Nouvelle-Angleterre.

3 – Le Silurien : - 443,7 Ma à - 416,0 Ma (durée 27,7 Ma)

a - Évolution des êtres vivants

Les premières plantes ayant conquis le milieu terrestre sont les Bryophytes (plantes non vasculaires sans feuille, ni racine) Ces plantes étaient minuscules et se propageaient par des spores, produites par des organes spécialisés appelés sporanges. Exemple : **Cooksonia**, genre qui persiste jusqu'au Dévonien inférieur (1).

La vie terrestre est également marquée par l'apparition d'un nombre important de petits arthropodes terrestres (mille-pattes, araignées et acariens).

Dans le milieu marin, riche en graptolites, en récifs de coraux et en brachiopodes, les poissons placodermes agnathes se diversifient à côté des premiers poissons à mâchoires et des **Euryptéridés**, sortes de grands scorpions de mer dont la taille varie entre 40 cm (1) et plus de 2m de long (2).

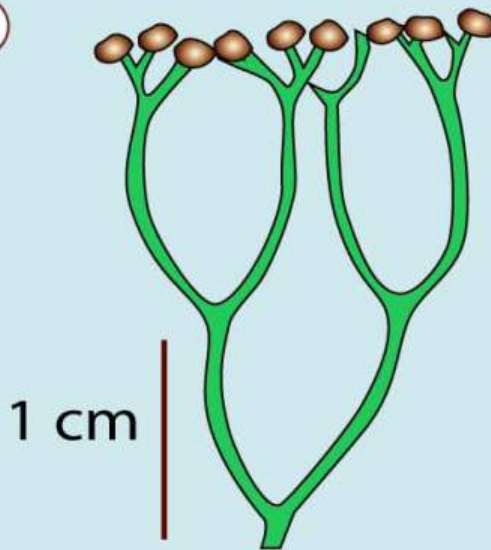
I - LE PALEOZOIQUE = L'ERE PRIMAIRE: - 540 Ma à - 245 Ma (durée 295 Ma)

2 - Le Silurien : - 443,7 Ma à - 416,0 Ma (durée 27,7 Ma)

a - Évolution des êtres vivants



1



1 cm

Cooksonia



2

image : <http://skywalker.cochise.edu>



Eurypterus (Gigantostacés)

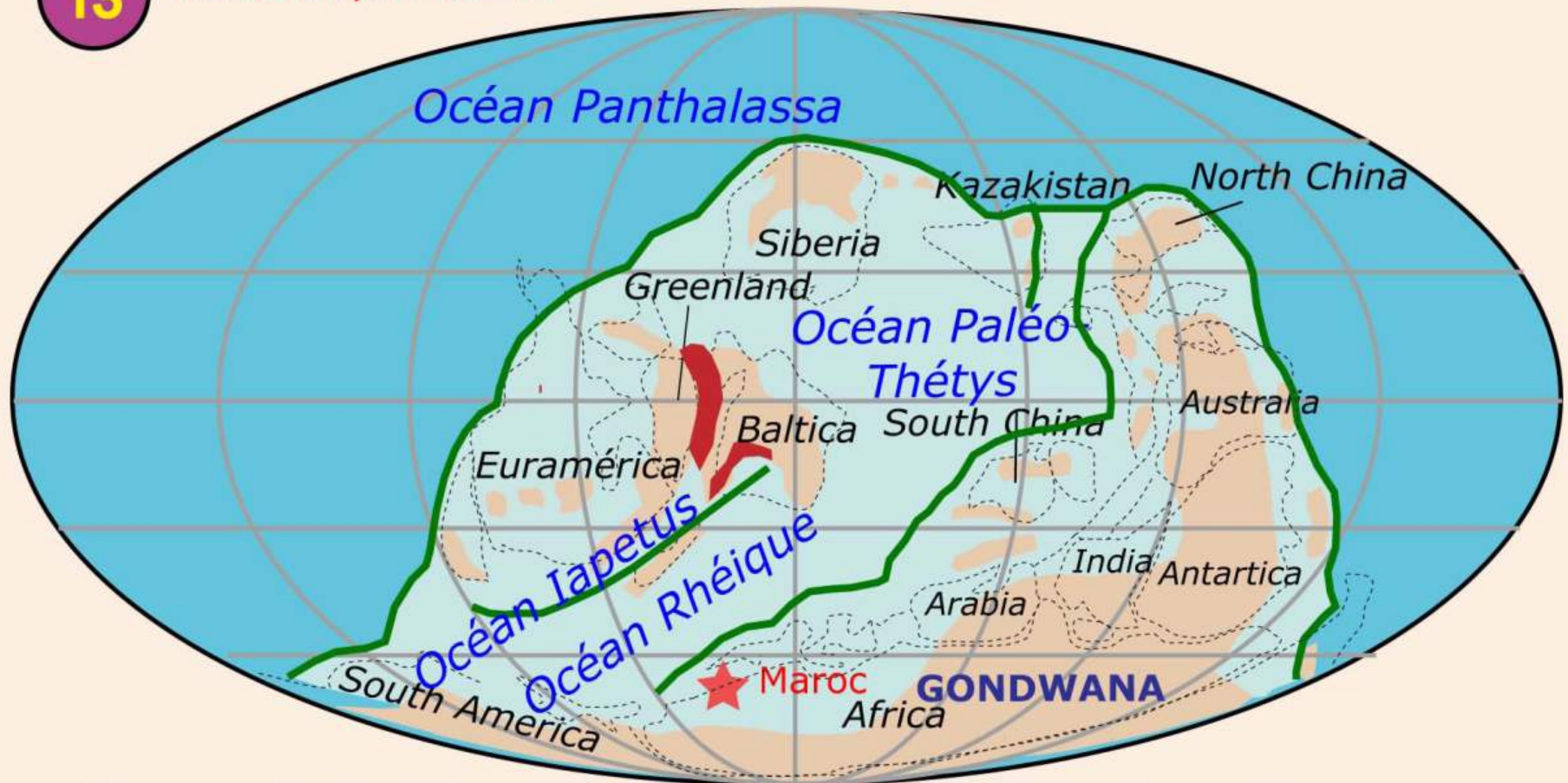
I - LE PALEOZOIQUE = L'ERE PRIMAIRE: - 540 Ma à - 245 Ma (durée 295 Ma)

3 - Le Silurien : - 443,7 Ma à - 416,0 Ma (durée 27,7 Ma)

b - Évolution des continents

13

Silurien moyen - 425 Ma



- Fermeture de l'océan Iapetus et rapprochement de Baltica de Laurentia
- Formation de la chaîne orogénique des Appalaches et les chaînes d'Ecosse et de Scandinavie. Le cycle orogénique calédonien qui se termine à la fin du silurien,
- Ouverture d'un nouveau océan dit **Rhéique**

4 – Le Dévonien : -416 Ma à – 359,2 Ma (durée 56,8 Ma)

a - Évolution des êtres vivants

La vie marine prospère avec une abondance et diversification des poissons d'eau douce et marins.

La période dévonienne aquatique est surtout marquée par l'apparition du premier tétrapode marin **Acanthostega** (1) et de nouvelles espèces d'invertébrés en particulier les Céphalopodes tels que les **Orthocères** et les **Goniatites** de taille variable (2) et de nombreuses espèces de poissons dont les Placodermes où régnait des prédateurs géants tels que **Dunkleosteus** de 7m de long (3).

La vie terrestre est marquée par l'apparition des premiers vertébrés terrestres, les amphibiens comme l'**Ichtyostega** de plus de 1m de long (4) et des premières forêts. Ces dernières étaient constituées de Ptéridophytes géantes, qui sont des plantes vasculaires sans graines (comme les fougères) dont **Archaeopteris** (5). À la fin du Dévonien, on note l'extinction complète des Graptolites. L'écosystème récifal a été fortement affecté et les récifs de type **Rugosa** et **Tabulata** disparaissent pour ne revenir que beaucoup plus tard, au Trias, cette fois. Peu de trilobites survivent (une seule famille).

1 Acanthostega



Goniatite



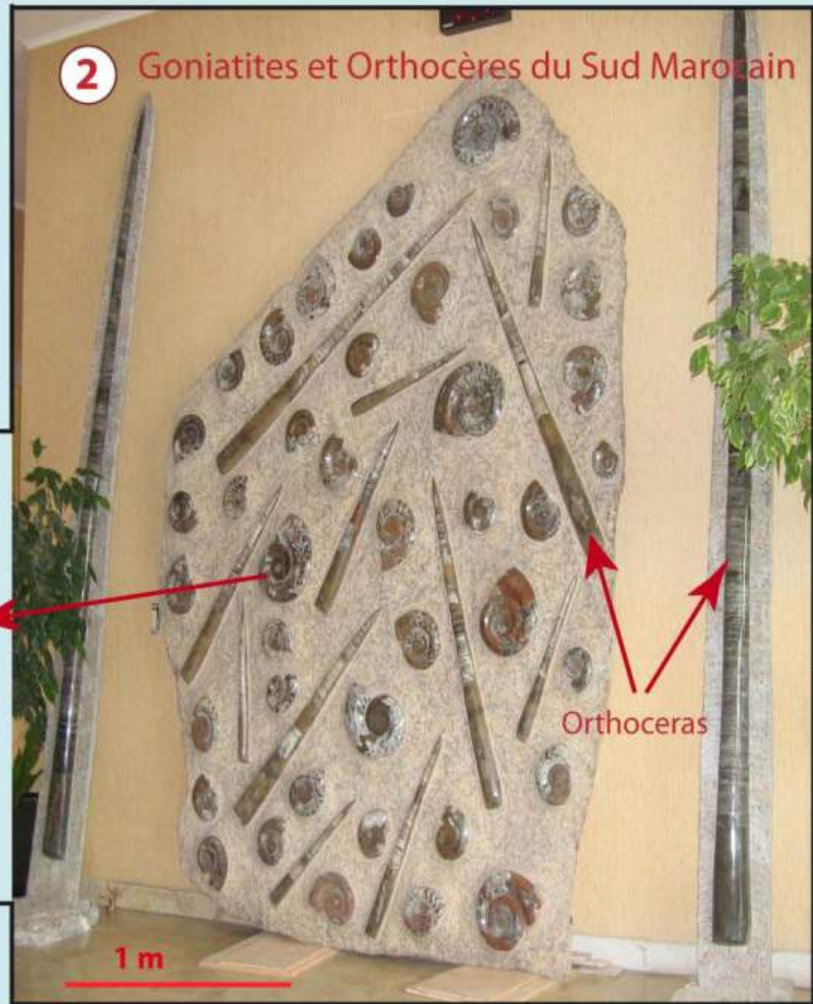
Reconstitution

20 cm



Fossile

2 Goniatites et Orthocères du Sud Marocain



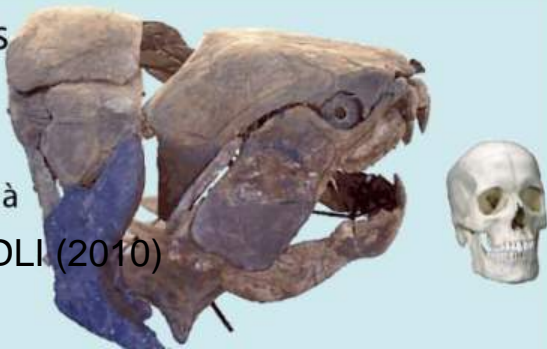
5



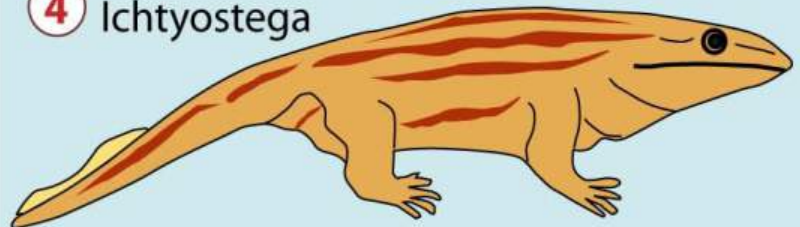
3 Dunkleosteus

Crâne fossile (Sud marocain) comparé à celui de l'Homme)

Pr. Driss FADLI (2010)



4 Ichtyostega



Hyneria

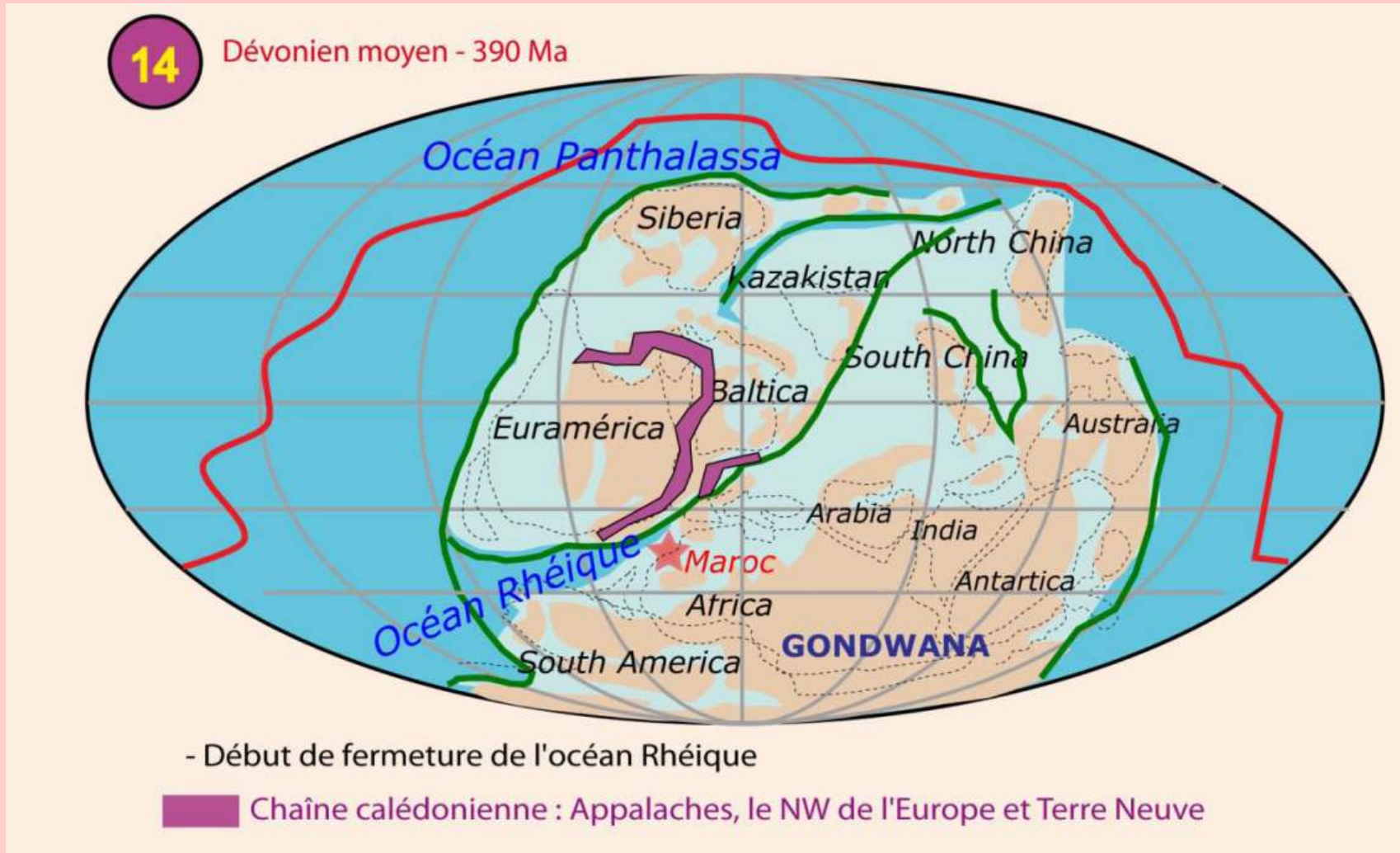
WALKING
WITH MONSTERS
LIFE BEFORE DINOSAURS



I - LE PALEOZOIQUE = L'ERE PRIMAIRE: - 540 Ma à - 245 Ma (durée 295 Ma)

4) – Le Dévonien : -416 Ma à – 359,2 Ma (durée 56,8 Ma)

b - Évolution des continents



Au Dévonien, l'océan lapetus disparaît, tandis que l'Amérique du Nord et l'Europe entrent en collision. Peu à peu la Pangée se met en place.

I - LE PALEOZOIQUE = L'ERE PRIMAIRE: - 540 Ma à - 245 Ma (durée 295 Ma)

5 – Le Carbonifère : - 359,2 Ma à - 299 Ma (durée 60 Ma)

a - Évolution des êtres vivants

Le climat était chaud et très humide en Europe et en Amérique du Nord, avec des marécages tropicaux, tandis que l'hémisphère sud connaissait de nombreuses périodes glaciaires.

Les gisements houillers de l'hémisphère nord qu'on connaît actuellement résultent de la fossilisation des forêts installées dans ces zones tropicales de l'époque. La végétation est constituée par l'abondance et la diversification des espèces dévoniennes en particuliers les Ptéridophytes (fougères et prêles géantes) et par l'apparition de nouvelles espèces végétales appartenant à la catégorie Spermaphytes (plantes à graines) comme les cycadales et les conifères. Parmi les espèces fossiles ayant dominé ces forêts on cite en particulier Sigillaria (1), Calamites (2), Lepidodendron (3), Cordaites, des arbres fougère (4). Des forêts d'arbres à feuilles caduques (Glossopteris) prospèrent dans les zones tempérées. Dans ces forêts apparaissent les premiers reptiles de petite taille, tandis que les amphibiens et les insectes se diversifient dont les libellules primitives géantes (5).

I - LE PALEOZOIQUE = L'ERE PRIMAIRE: - 540 Ma à - 245 Ma (durée 295 Ma)

5 – Le Carbonifère : - 359,2 Ma à - 299 Ma (durée 60 Ma)

a - Évolution des êtres vivants



Pr. Driss FADLI (2010)

Image : Field Museum of Natural History in Chicago

I - LE PALEOZOIQUE = L'ERE PRIMAIRE: - 540 Ma à - 245 Ma (durée 295 Ma)

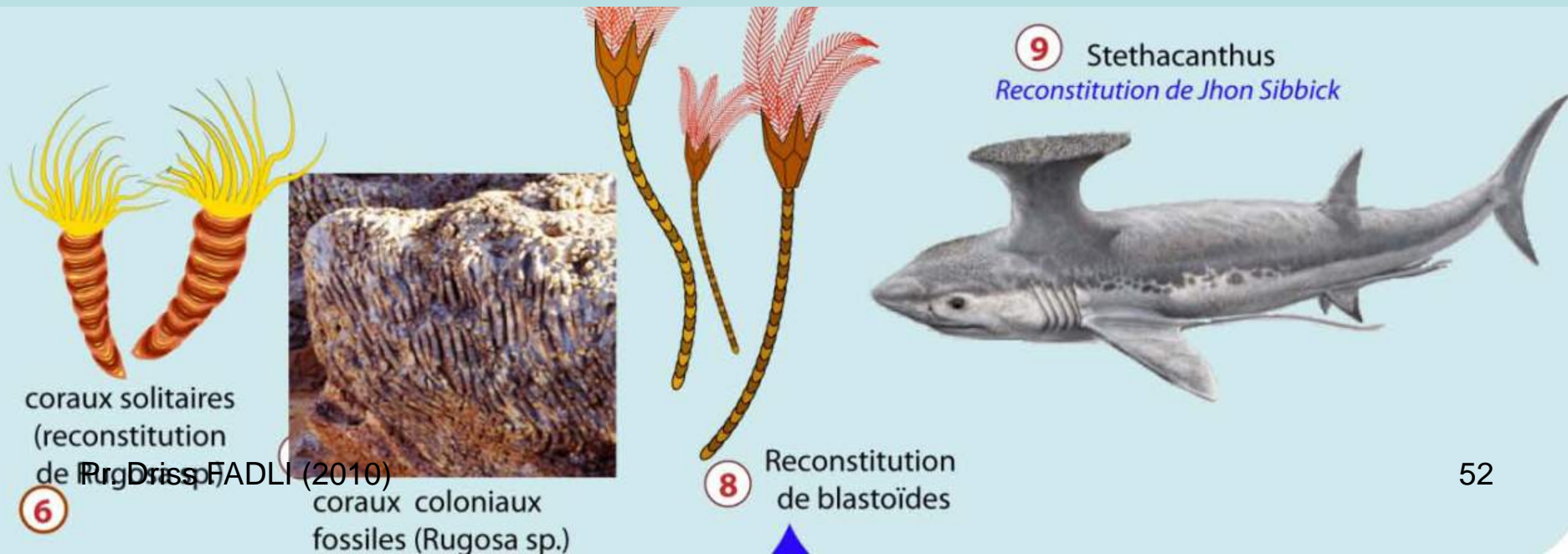
5 – Le Carbonifère : - 359,2 Ma à - 299 Ma (durée 60 Ma)

a - Évolution des êtres vivants

Dans le milieu marin on note un important développement des Coraux solitaires (6) ou coloniaux (7), Echinodermes (8), Goniatites, Brachiopodes, Poissons et Foraminifères sous forme de fuseaux : les Fusulines.

Les Placodermes dévoniens ont disparu pour céder la place à un nouveau groupe: les requins. Ces derniers se diversifient et montrent plusieurs formes. On cite en particulier *Helicoprion* dont les dents de la mâchoire inférieure sont enroulées en spirale et *Stethacanthus* ayant une sorte d'enclume sur le dos près de la tête (9).

La fin du Carbonifère est marquée par une importante glaciation qui se poursuit jusqu'au Permien inférieur.

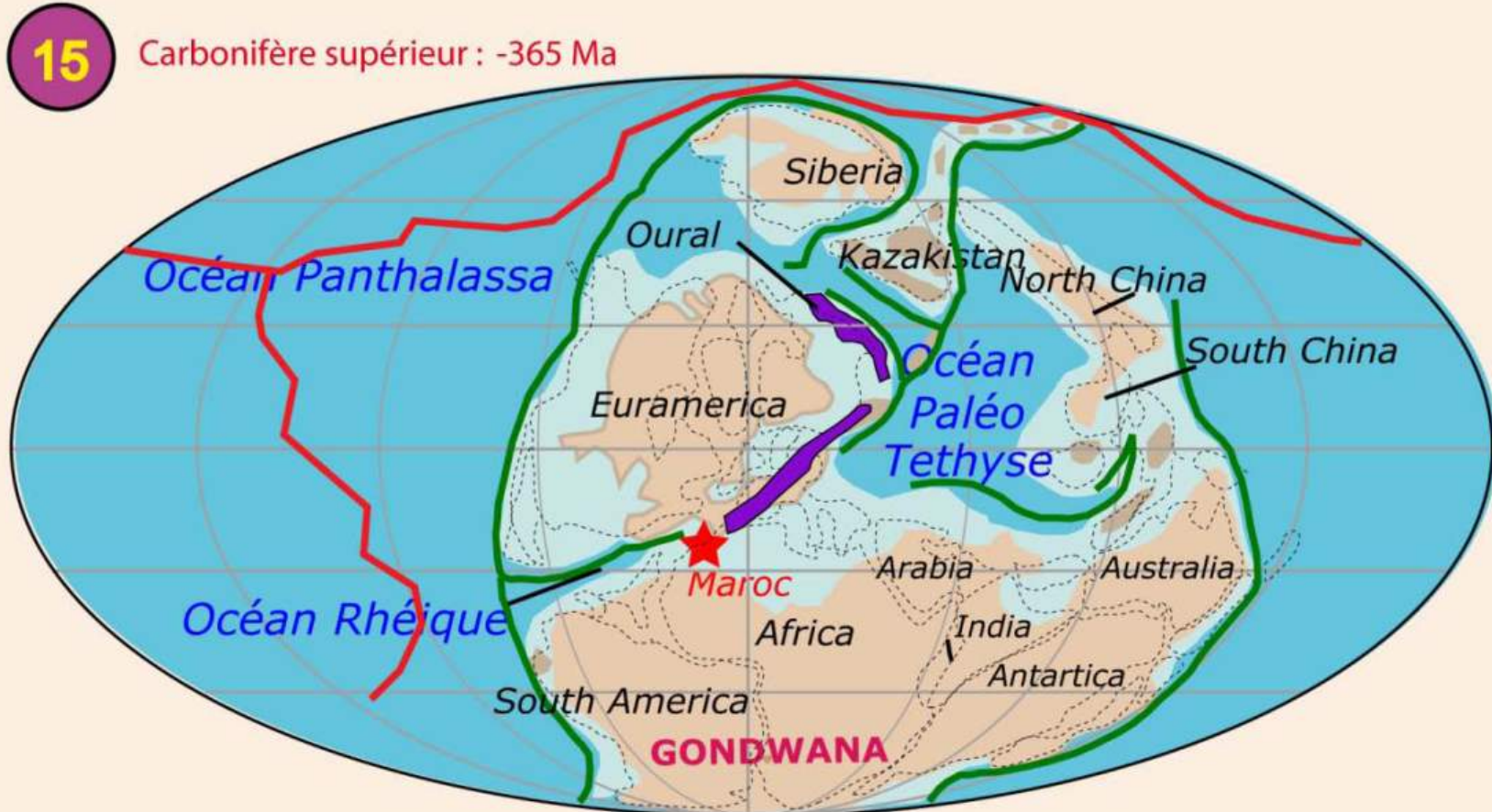


I - LE PALEOZOIQUE = L'ERE PRIMAIRE: - 540 Ma à - 245 Ma (durée 295 Ma)

5 – Le Carbonifère : - 359,2 Ma à - 299 Ma (durée 60 Ma)

b - Évolution des continents

La fin du Carbonifère correspond à la fermeture de l'Océan Rhéique entraînant la collision entre Gondwana et Laurentia-Baltica, deux grandes masses continentales. C'est la progression du cycle orogénique hercynien



Début de soudure de l'Asie et de l'Europe et de la formation de la chaîne de l'Oural.
Pr. Driss FADLI (2010)

Chaîne hercynienne euraméricaine

6 – Le PERMIEN : - 399 Ma à - 251 Ma (durée 48 Ma)

a - Évolution des êtres vivants

Sur les continents les Ptéridophytes qui étaient développées au Carbonifère régressent au profit les Gymnospermes (1) : les cycadales et les conifères dont **Walchia**, **Woltzia** et **Ginkgoales**. Dans cet environnement apparaissent des insectes assez semblables aux groupes actuels, les premières tortues et des reptiles plus développés par rapport à ceux du Carbonifère avec une espèce mammalienne : **Dimitrodon** (2). Dans le milieu marin apparaissent des reptiles aquatiques qui connaîtront leur apogée au Mésozoïque.

La fin du Permien correspond à la plus importante des extinctions en masse connues. Elle aurait affecté jusqu'à 80 % des espèces marines parmi lesquelles les Coraux Tabulés et Rugueux, les **Fusulinidés**, les **Trilobites**, les **Echinodermes**, les **Blastoïdes**, les **Mollusques**, les **Goniatites** et de nombreuses familles de Brachiopodes.

Ces extinctions, dans la mesure où elles ne sont pas toutes brutales, ont très probablement plusieurs causes interconnectées

6 – Le PERMIEN : - 399 Ma à - 245 Ma (durée 48 Ma)

a - Évolution des êtres vivants

La formation de la Pangée a réduit la surface des mers épicontinentales, très peuplées et s'est traduite par une régression marine sans précédent et par un climat très sec et à forte saisonnalité (importants dépôts d'évaporites dans les formations du Permien supérieur).

- Les masses de sels cantonnées sur les continents auraient entraîné une baisse de la salinité de l'eau de mer, affectant les organismes marins.**
- La disparition des calottes glaciaires présentes sur la partie Sud de la Pangée.**
- Les trapps de Sibérie, datés de la limite Permien-Trias, expriment un épisode de volcanisme intense dont les conséquences climatiques seraient importantes.**

WALKING
WITH **MONSTERS**
LIFE BEFORE DINOSAURS

bbe.co.uk/science



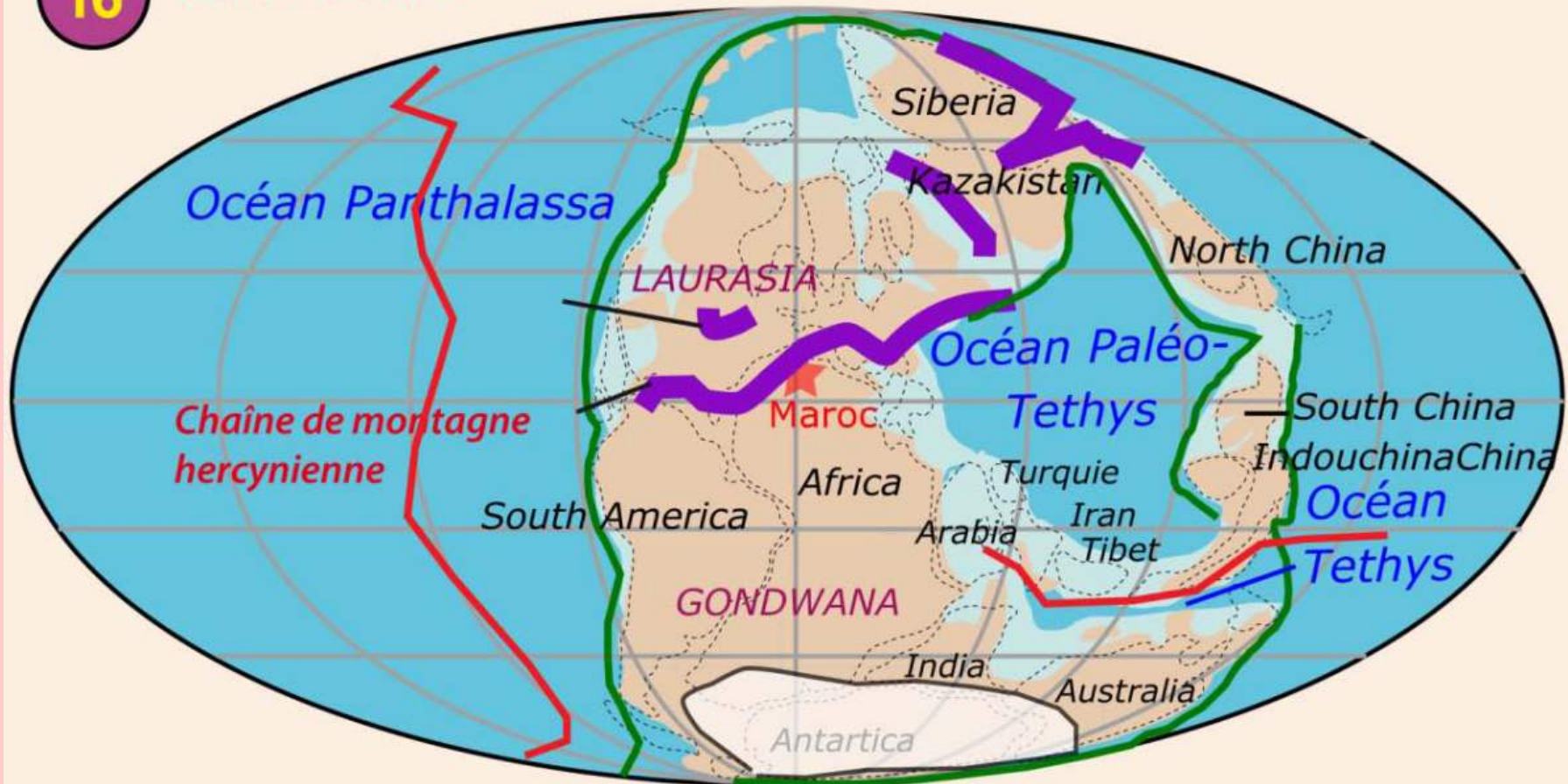
I - LE PALEOZOIQUE = L'ERE PRIMAIRE: - 540 Ma à - 245 Ma (durée 295 Ma)

6 – Le PERMIEN : - 399 Ma à - 245 Ma (durée 54 Ma)

b - Évolution des continents

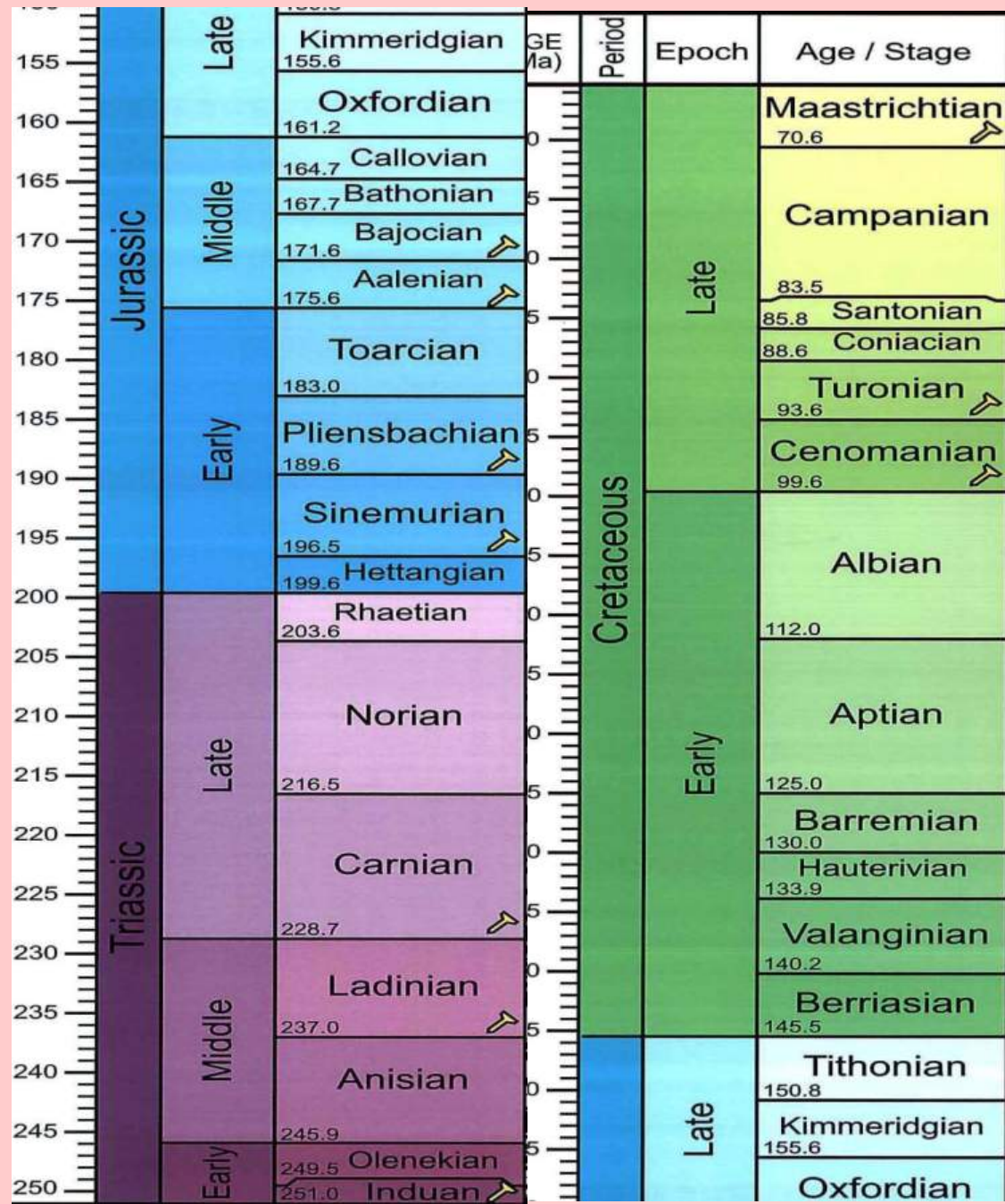
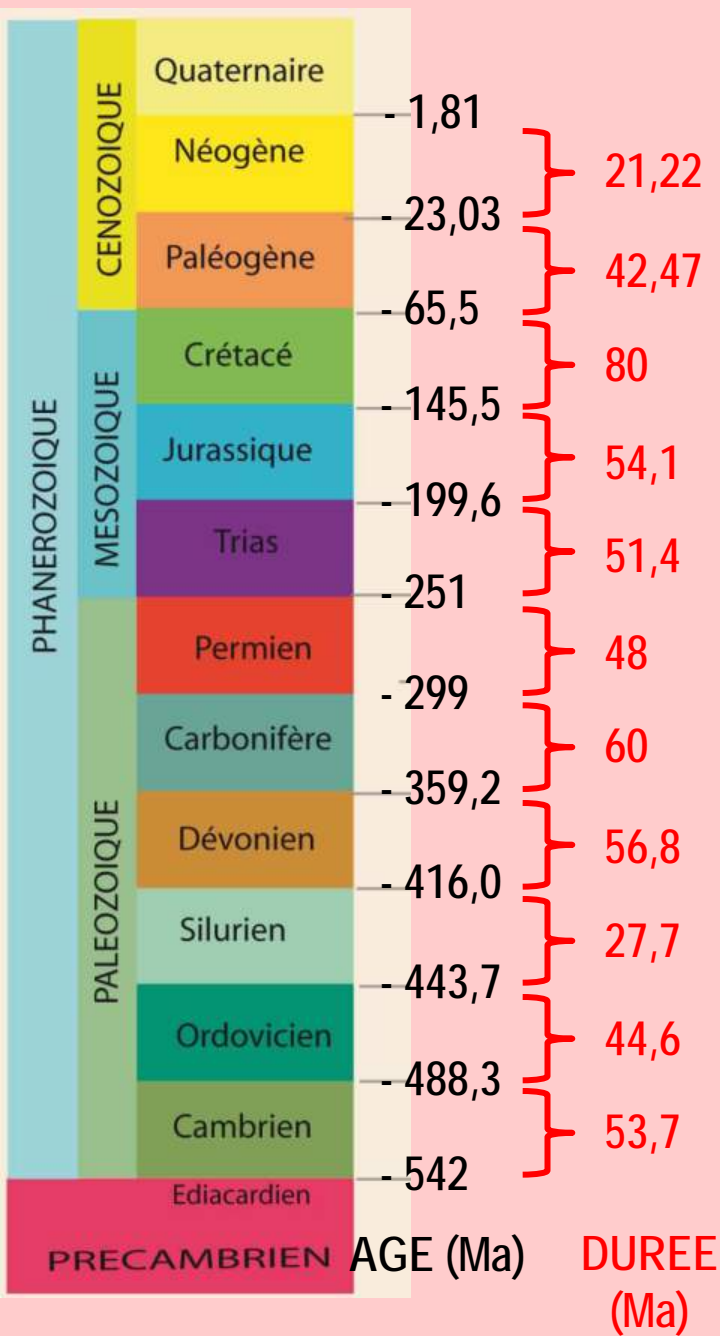
16

Permien - 255 Ma



- Fin de l'orogénèse hercynienne : supercontinent, **la Pangée**.
- Les continents permien sont rassemblés sur une face de la planète,
- Calotte glaciaire au pôle sud.

II - LE MESOZOIQUE : - 251 Ma à - 65,5 Ma (durée 185,5 Ma)

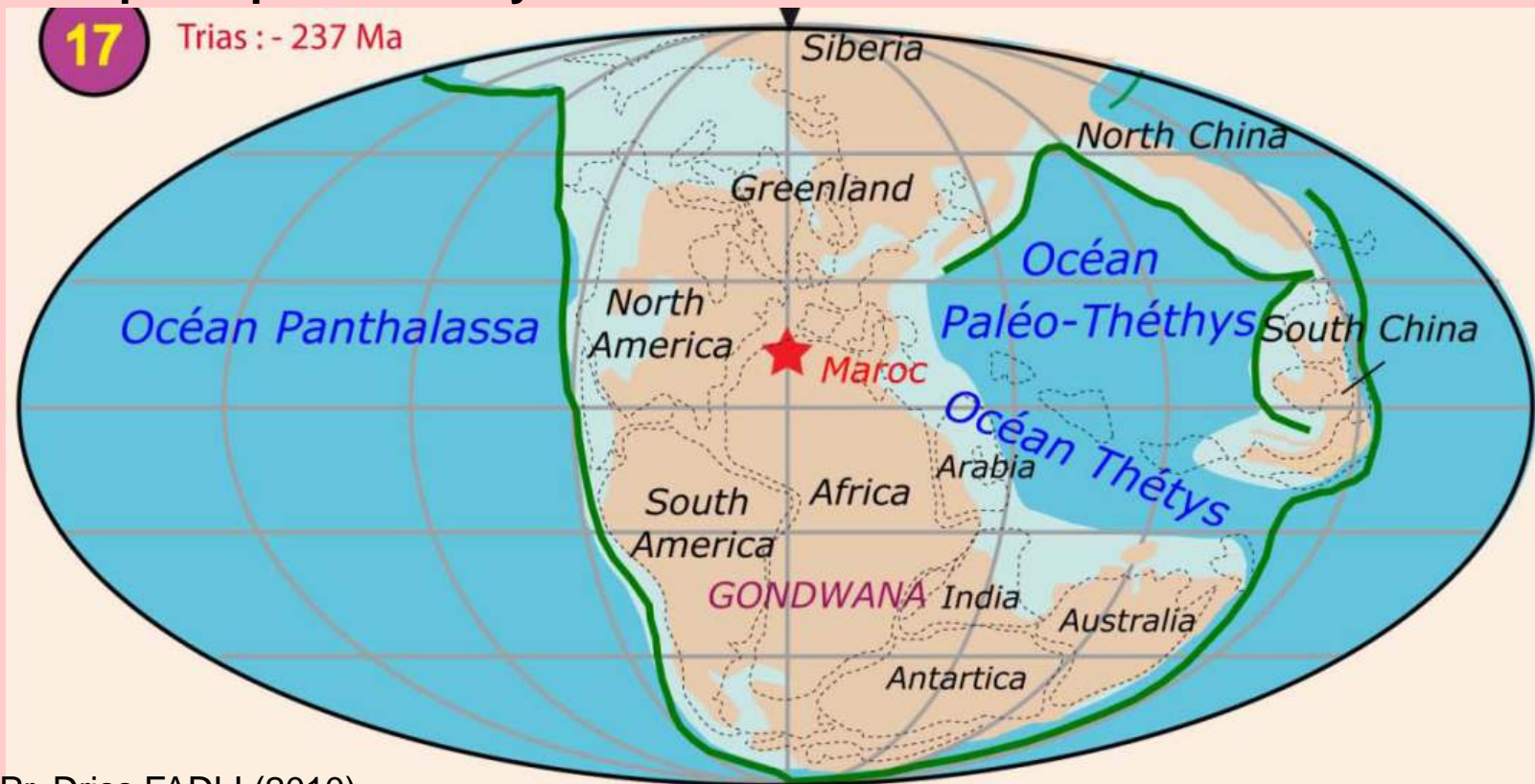


II - LE MESOZOIQUE : - 251 Ma à - 65,5 Ma (durée 185,5 Ma)

1 - Le Trias : -251 à 199,6 Ma (durée 51,4 Ma)

Au Trias inférieur la Pangée était centrée sur l'équateur et n'avait pas de calottes glaciaires. Le climat était globalement chaud (aride et sec), ponctué de zones humides autour des lacs et rivières. On note d'importants dépôts de roches évaporitiques.

Après l'extinction de masse de la fin du Permien, il a fallu une dizaine de millions d'années pour que les écosystèmes se reconstituent et se diversifient



II - LE MESOZOIQUE : - 251 Ma à – 65,5 Ma (durée 185,5 Ma)

1 - Le Trias : -251 à 199,6 Ma (durée 51,4 Ma)

Sur les continents le Trias est marqué par :

- le développement des Gymnospermes : les prêles et les fougères géantes diminuent au profit des cycadées, des ginkgos et des conifères;**
- le développement des reptiles avec apparition des premiers dinosaures, de taille modeste (3 à 4m d'envergure) qui deviendront au Jurassique des géants;**
- la diversification des amphibiens avec apparition des premières grenouilles;**
- l'apparition des premiers mammifères de petites tailles.**

II - LE MESOZOIQUE : - 251 Ma à – 65,5 Ma (durée 185,5 Ma)

1 - Le Trias : -251 à 199,6 Ma (durée 51,4 Ma)

Dans les zones lointaines des influences marines de la Pangée, on note d'importants dépôts continentaux : argiles rouges, grès, conglomérats et évaporites.

Dans le milieu marin, les récifs coralliens qui ont entièrement disparus à la fin de l'ère primaire, seront remplacés au début du Trias par des stromatolites qui sont adaptées aux milieux pauvres en oxygène. Ce n'est qu'au Trias moyen que les constructions récifales font leur apparition, en particulier les Coelentérés hexacoralliaires, avec apparition d'un autre groupe de Céphalopodes qui se succède aux Goniatites du Permo-carbonifère : les Cératites qui disparaissent à la fin du Trias (1). Dans cet environnement marin apparaissent les Chéloniens (tortues) et les premiers reptiles marins : l'Ichtyosaure dont la forme ressemble à celui du dauphin et les Plésiosaures (2).

L'extinction en masse de la fin du Trias est probablement causée par la chaleur des éruptions volcaniques, qui ont déclenché l'ouverture de l'océan.

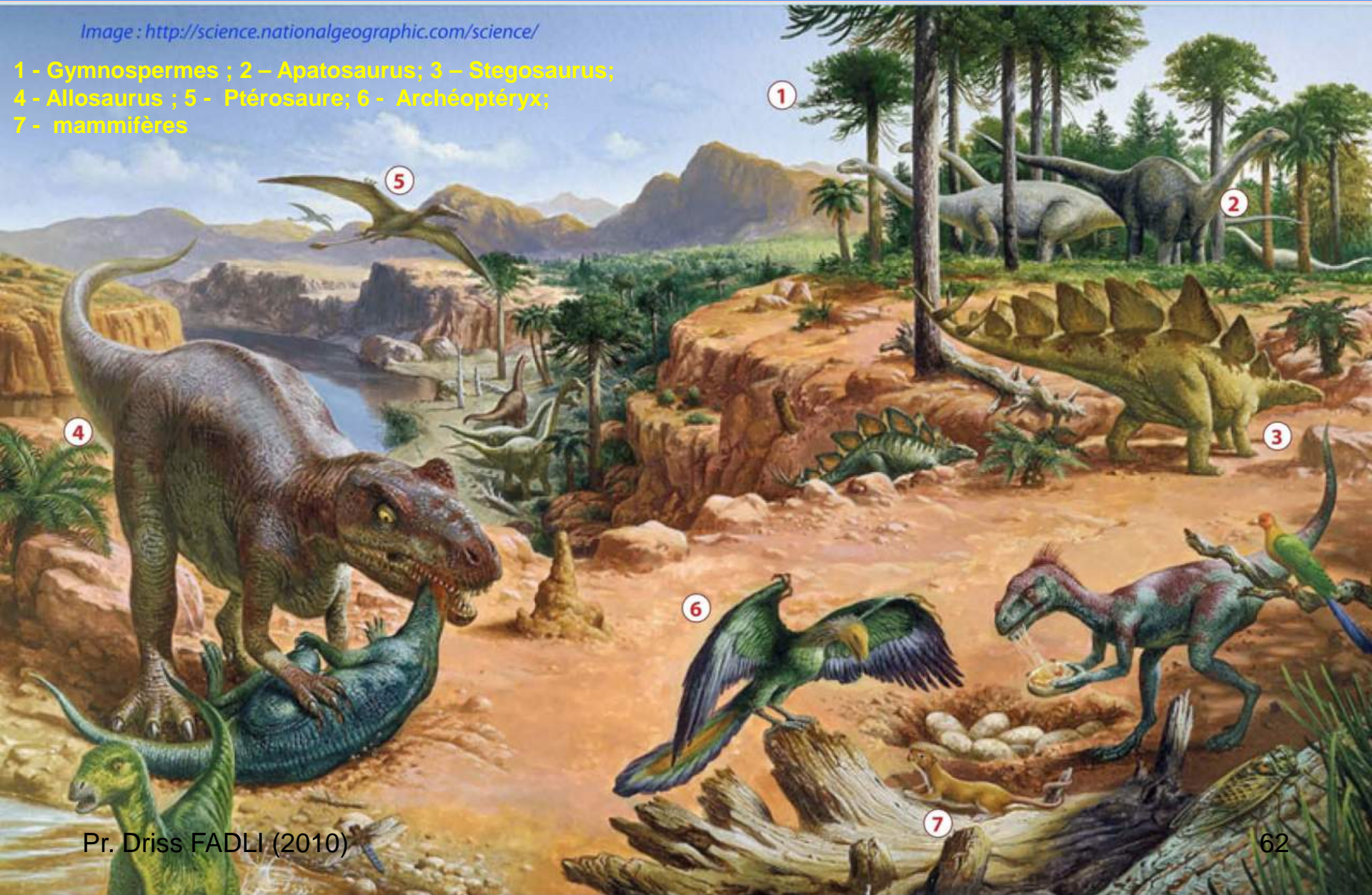


II - LE MESOZOIQUE : - 251 Ma à - 65,5 Ma (durée 185,5 Ma)

2 - Le Jurassique : 199,6 Ma à - 145,5 (durée 54,1 Ma)

Image : <http://science.nationalgeographic.com/science/>

1 - Gymnospermes ; 2 - Apatosaurus ; 3 - Stegosaurus ;
4 - Allosaurus ; 5 - Ptérosaure ; 6 - Archéoptéryx ;
7 - mammifères



II - LE MESOZOIQUE : - 251 Ma à - 65,5 Ma (durée 185,5 Ma)

2 - Le Jurassique : 199,6 Ma à - 145,5 (durée 54,1 Ma)

Sur les continents, le jurassique est marqué par :

- le développement et diversification des Gymnospermes (1), l'apparition des premiers dinosaures, de grande taille avec prédominance des archosaures dont Apatosaurus (2), Stegosaurus (3), Allosaurus (4), le développement et diversification des reptiles ailés : Ptérosaure (5), l'apparition de l'ancêtre des oiseaux : l'Archéoptéryx (6); l'apparition des Amphibiens à queue; le développement des mammifères de petite taille (7).
- le grand essor des Plésiosaures, des Ichtyosaures (9) et des Crocodiles.



9 Ichthyosaure genre Brachypterygius
D'après John Sbbick

8 Ammonites du Haut Atlas marocain

Dans les océans: certains groupes d'invertébrés se diversifient avec apparition de nouvelles espèces comme les Ammonites (8), les Bélemnites, les Rudistes (lamellibranches à 2 valves à leur coquille mais de taille et de forme très différentes) et certaines familles de Brachiopodes.

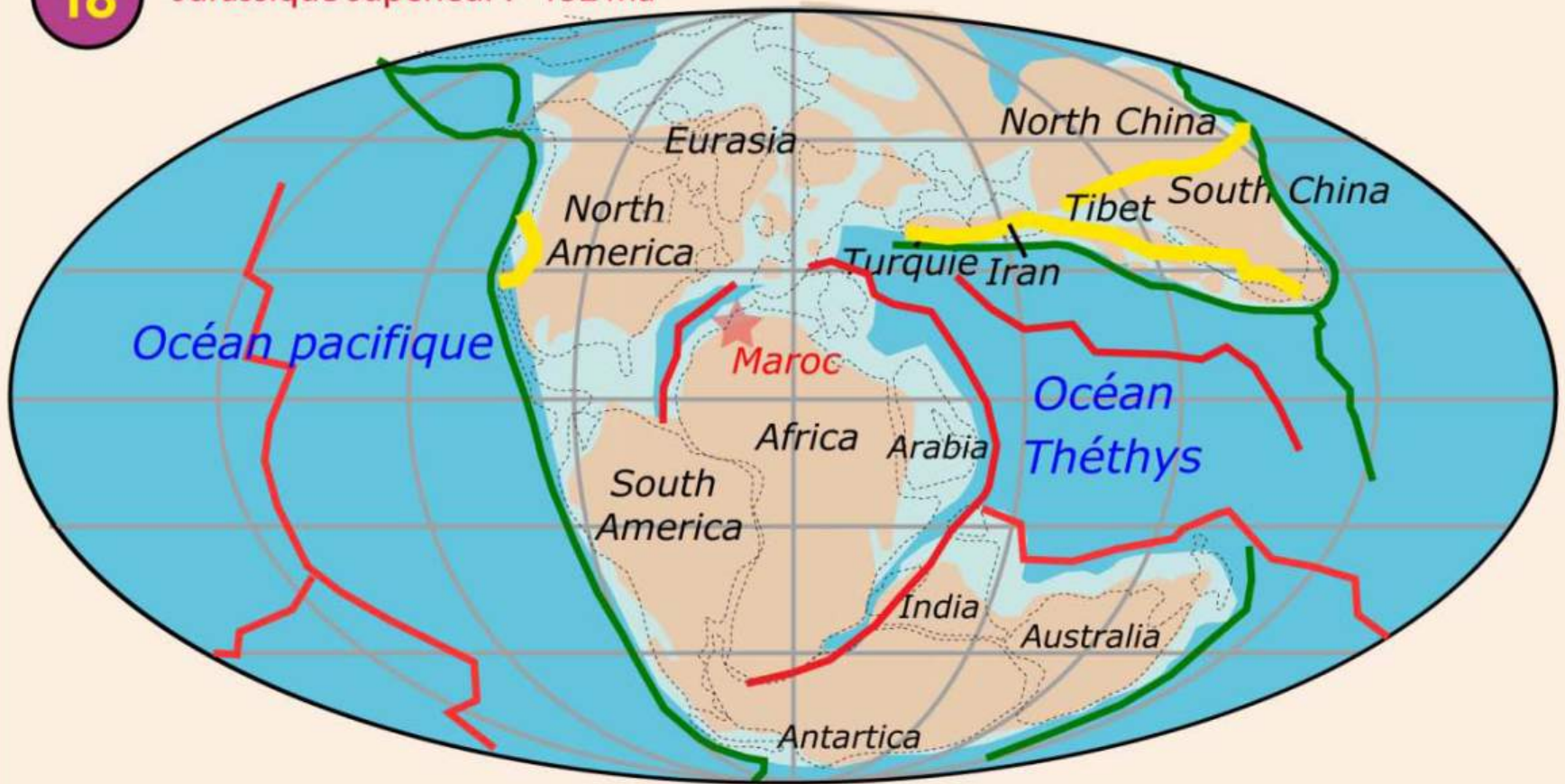
Les reptiles marins prennent également beaucoup d'essor comme les Plésiosaures, les Ichtyosaures (9) et les Crocodiles.

II - LE MESOZOIQUE : - 251 Ma à - 65,5 Ma (durée 185,5 Ma)

2 - Le Jurassique : 199,6 Ma à - 145,5 (durée 54,1 Ma)

18

Jurassique supérieur : - 152 Ma



Ouverture de l'Atlantique nord



Chaînes orogéniques indosinienne

II - LE MESOZOIQUE : - 251 Ma à - 65,5 Ma (durée 185,5 Ma)

3 - Le Crétacé : 145,5 Ma à 65,5 Ma (durée 80 Ma)

Groupe de dinosaures du Crétacé

Image : John Sibbick

**Tricoceraptos
(à cornes)**

1

3

Tyrannosaurus

2

**Ankylosaurus
(à armure)**

4



Crâne du *Carcharodontosaurus saharicus* du Crétacé supérieur
(Kam Karu, Maroc) comparé à celui de l'Homme

5

Dent de requin du plateau des phosphates (Maroc)



6 cm

Pr. Driss FADLI (2010)

3 - Le Crétacé : 145,5 Ma à 65,5 Ma (durée 80 Ma)

Le climat globalement chaud avec absence de calottes glaciaires au pôle nord et résidus de la glace au pôle sud.

Sur les continents :

-apparition des plantes à fleurs (Angiospermes) sous forme d'arbustes; alors que de nombreuses espèces de fougères et certaines gymnospermes commencent à disparaître,

-prolifération des mammifères de petites tailles et des oiseaux. Ces derniers ont perdu leurs dents et leur queue,

-apparition des premiers serpents (Ophidiens),

-apparition de nouvelles familles de dinosaures terrestres et aériens par exemple les dinosaures herbivores, par exemple Tricoceraptos à cornes (1), Ankylosaurus à armure (2)et des carnivores tels que Tyrannosaurus (3 et 4);

- importante biodiversité des insectes,

3 - Le Crétacé : 145,5 Ma à 65,5 Ma (durée 80 Ma)

Dans les océans on parle de "révolution marine" :

-évolution massive du plancton et d'invertébrés marins, accompagnée d'un important développement des requins (5) et des poissons osseux, avec des téléostéens qui représentent la majorité des groupes actuels,

-apparition de nouvelles espèces de reptiles géants terrestres marins : les lézards géants, les plésiosauridés (elasmaure et pliosaures**).**

La fin du Crétacé est marquée par une extinction massive de la vie pour des raisons qui sont encore débattues. Parmi les espèces qui avaient disparu on cite en particulier les reptiles (Dinosaures, Ptérosaures, Mosasaures, Plésiosaures**), les Rudistes récifaux, **les Bélemnites** et les **Ammonites**. Les animaux les moins touchés sont ceux vivant en eaux douces : poissons, amphibiens, certaines tortues, et crocodiliens.**

3 - Le Crétacé : 145,5 Ma à 65,5 Ma (durée 80 Ma)

Cette extinction en masse coïncide avec trois événements exceptionnels :

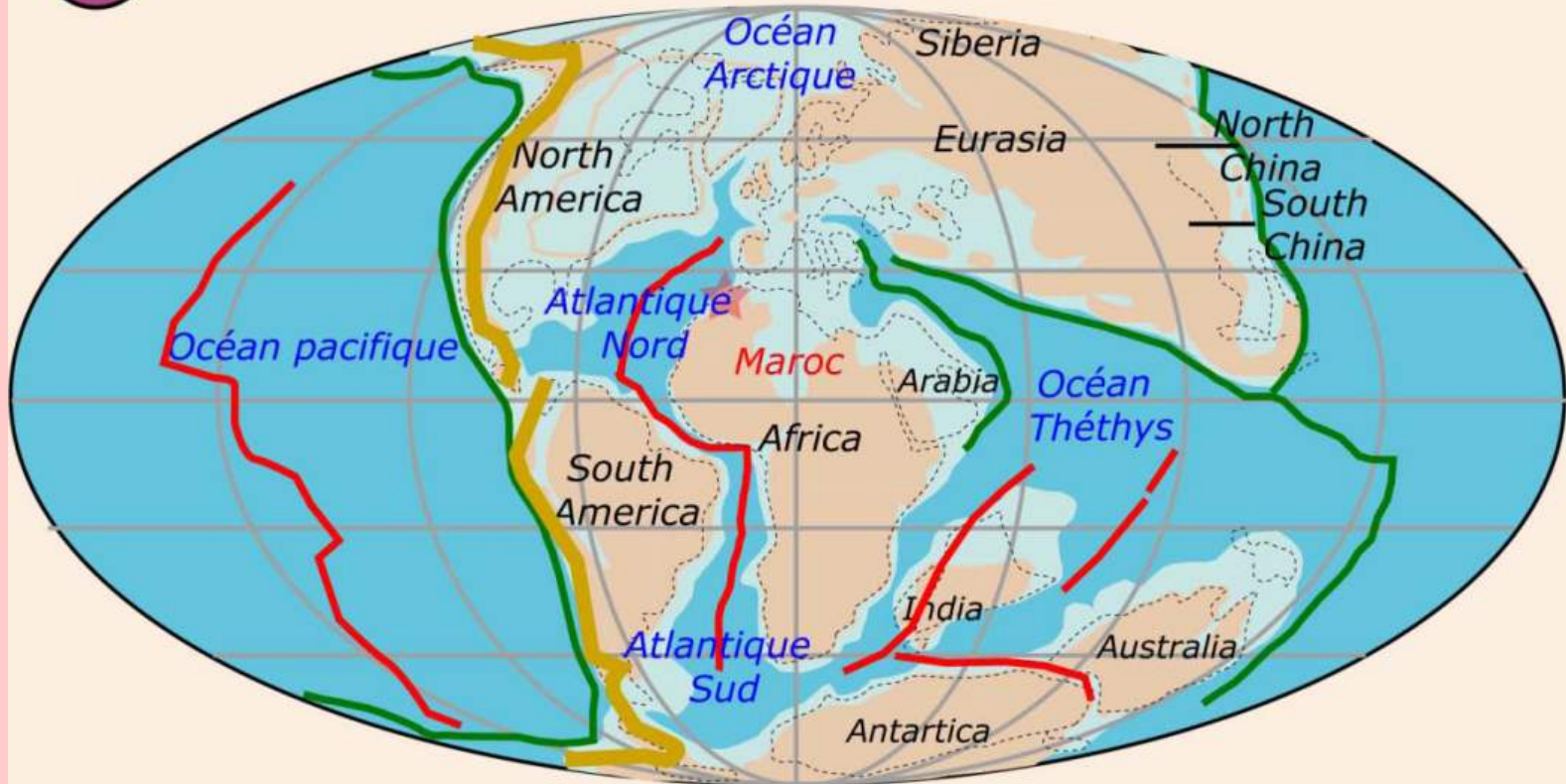
- un épisode volcanique important en Inde, connus sous le nom de trapps du Deccan. Il est caractérisé par la mise en place d'immenses empilements de lave basaltique avec un volume initial d'environ 3 millions de km³, dégageant des gaz nocifs qui peuvent engendrer des pluies acides,**
- la percussio**n de la Terre par un astéroïde évalué à 10 km d'envergure laissant un cratère d'impact de 260 km de diamètre à Yukatan au Mexique (astroblème de Chixulub), dégageant beaucoup de poussières qui a ralenti la photosynthèse et qui a contribué au refroidissement de la planète sans provoquer la formation de calottes glaciaires,
- une chute importante du niveau marin, d'amplitude évaluée à 200 m, liée à des variations de l'activité des dorsales médio-océaniques.**


II - LE MESOZOIQUE : - 251 Ma à - 65,5 Ma (durée 185,5 Ma)

3 - Le Crétacé : 145,5 Ma à 65,5 Ma (durée 80 Ma)

19

Crétacé supérieur : - 94 Ma



 Première surrection de la Chaîne orogénique des andes au Sud suivi par celle du Nevada au Nord

- Poursuite de la dislocation de la Pangée avec ouverture de l'Atlantique sud,
 - Nouvelle dorsale active dans l'océan Indien qui cause la séparation de l'Afrique et de l'Inde, au nord, et de l'Australie et l'Antarctique au sud,
- Les continents Asie, Afrique et Amériques étaient en grande partie inondés. L'Europe se réduisait à une série de petites îles.

III - LE CENOZOIQUE : - 65,5 Ma à aujourd'hui

1 - Le Paléogène : - 65,5 Ma à - 23,03 Ma (durée 42,47 Ma)

Pendant le Paléogène se produit le paroxysme des surrections de la chaîne de montagne alpine depuis l'Europe jusqu'à l'Indonésie. Ces mouvements tectoniques génèrent d'importantes nouvelles barrières climatiques et par conséquent une diversité de niches écologiques avec des climats beaucoup plus sensibles qu'auparavant.

Dans le milieu marin apparaissent les premières baleines et un nouveau groupe de Foraminifères : les *nummulites* (1) de taille variable entre 1,2 à quelques cm, qui ont survécu pendant l'Eocène et l'Oligocène. De nouveaux groupes d'invertébrés tels que Mollusques témoignent également d'une abondance et d'un succès évolutif, en particulier les Céphalopodes, les Bivalves et les Gastéropodes (2).

Sur les continents le Paléogène est marqué par l'explosion des plantes à fleurs, par la diversité des premières formes des mammifères. Ainsi au Paléocène apparaissent les premiers insectivores, à l'Eocène les Primates Anthropoïdes (Singes et Hominidés) en Afrique et en Asie et à l'Oligocène les mammifères marsupiaux et de nouveaux groupes de mammifères placentaires tels que les Rhinocérotylides, les Suidés (porcs), les Camélidés (actuels chameaux et lamas), les Ruminants (Bovidés, Ovidés, Cervidés), des chauves-souris, des Proboscidiens (porteurs de trompe comme l'éléphant) et des Rongeurs de grande taille, à côté de prédateurs dont "le tigre à dents de sabre", le *Smilodon* (3) ancêtre des Félinés d'aujourd'hui.

A noter qu'une extinction massive à la fin de l'Eocène a affecté principalement la vie marine et les mammifères terrestres et que l'Oligocène était marqué par une extension des forêts tempérées aux latitudes moyennes et élevées, par le développement d'une glaciation glaciaire en Antarctique, alors qu'elle est absente au pôle Nord et par un climat global plus froid qu'auparavant.

III - LE CENOZOIQUE : - 65,5 Ma à aujourd'hui

1 - Le Paléogène : - 65,5 Ma à - 23,03 Ma (durée 42,47 Ma)

1 Nummulite

Aspect externe



Structure interne



3 Smilodon



Pr. Driss FADLI (2010)
<http://www.avph.com.br/>

2 Quelques mollusques paléogènes

A - Gastéropodes



Vasum
(Oligocène)



Strombue
(Oligocène)



Tibia marceauxi
(Paléocène)



Campanile
giganteum
(Eocène)

B - Lamellibranches

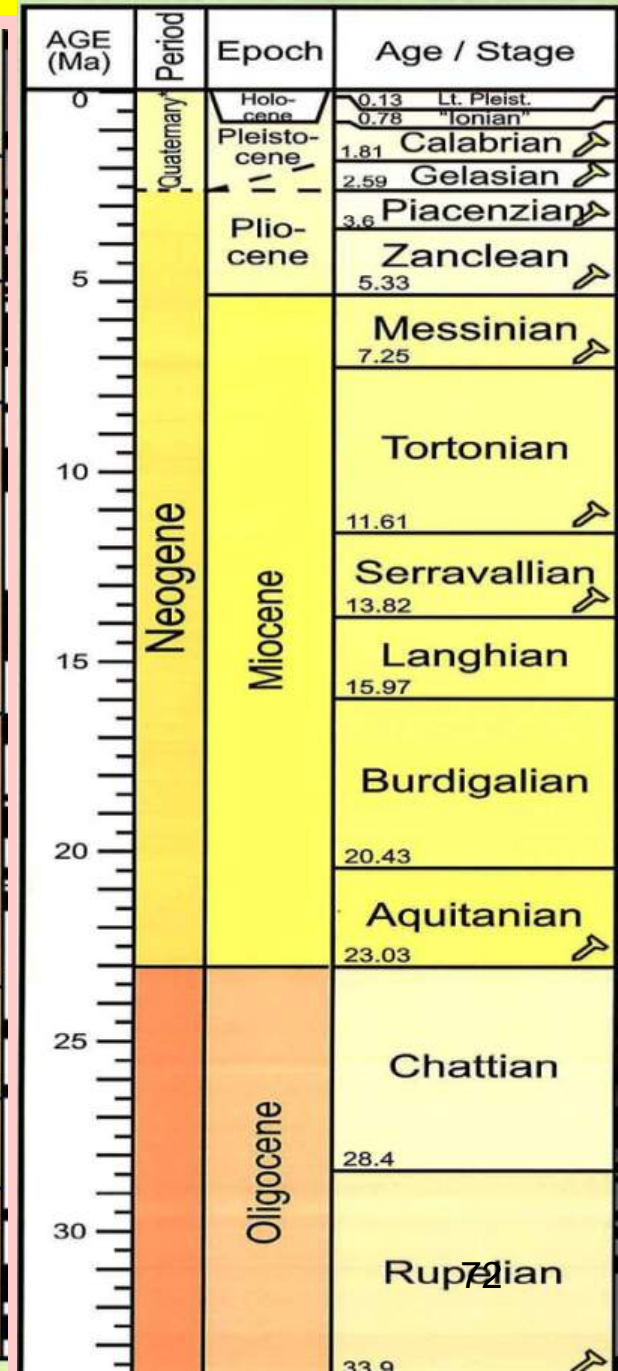
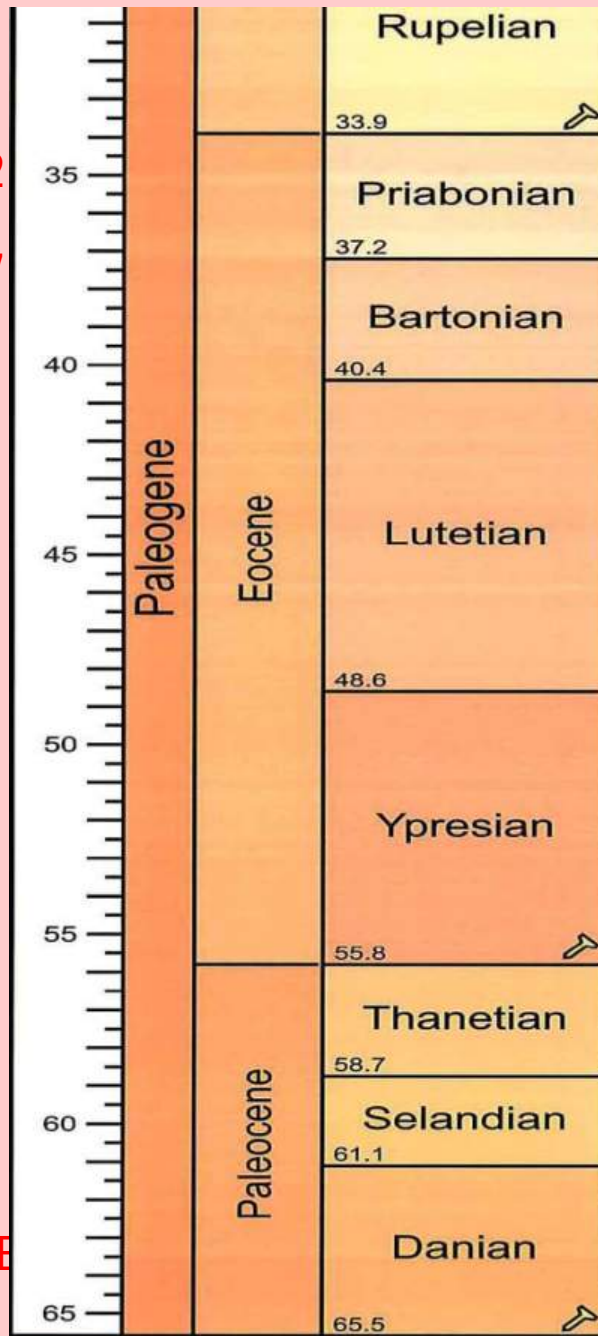
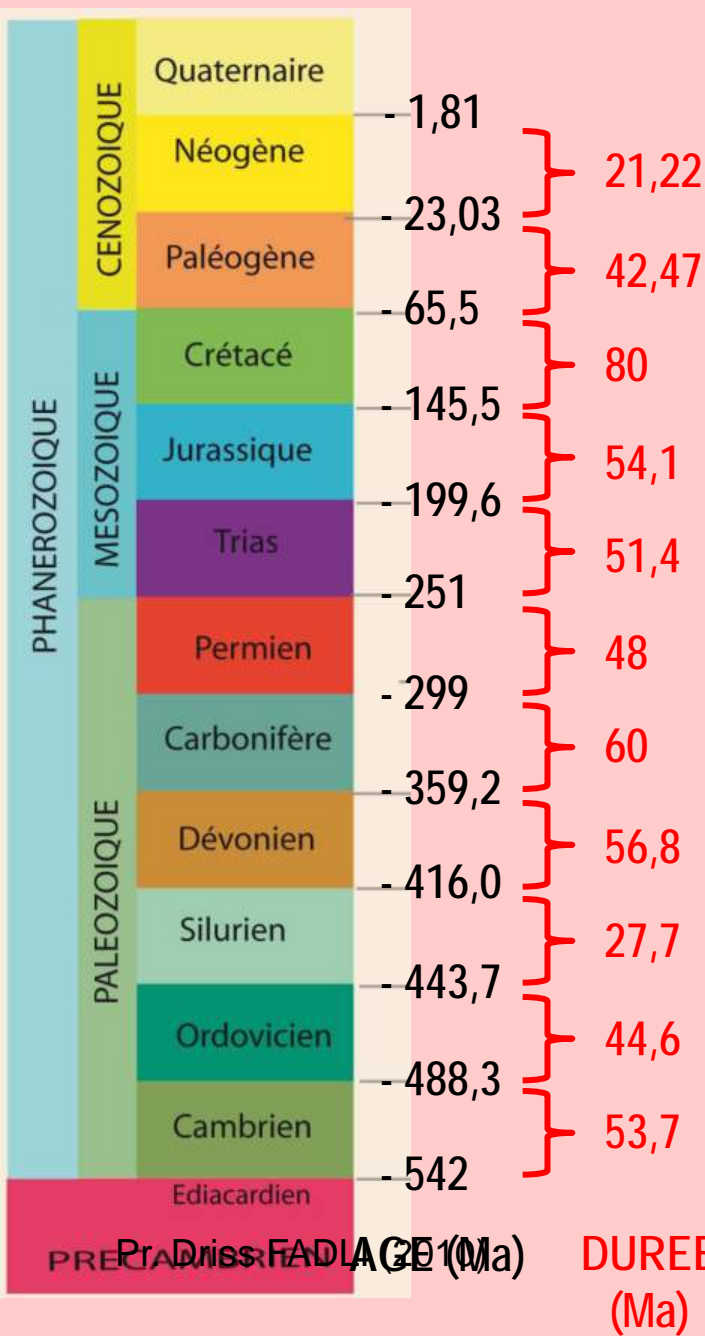
Panopea remensis (Paléocène)



Chama calcarata (Eocène)



I - LE CENOZOIQUE : - 65,5 Ma à aujourd'hui

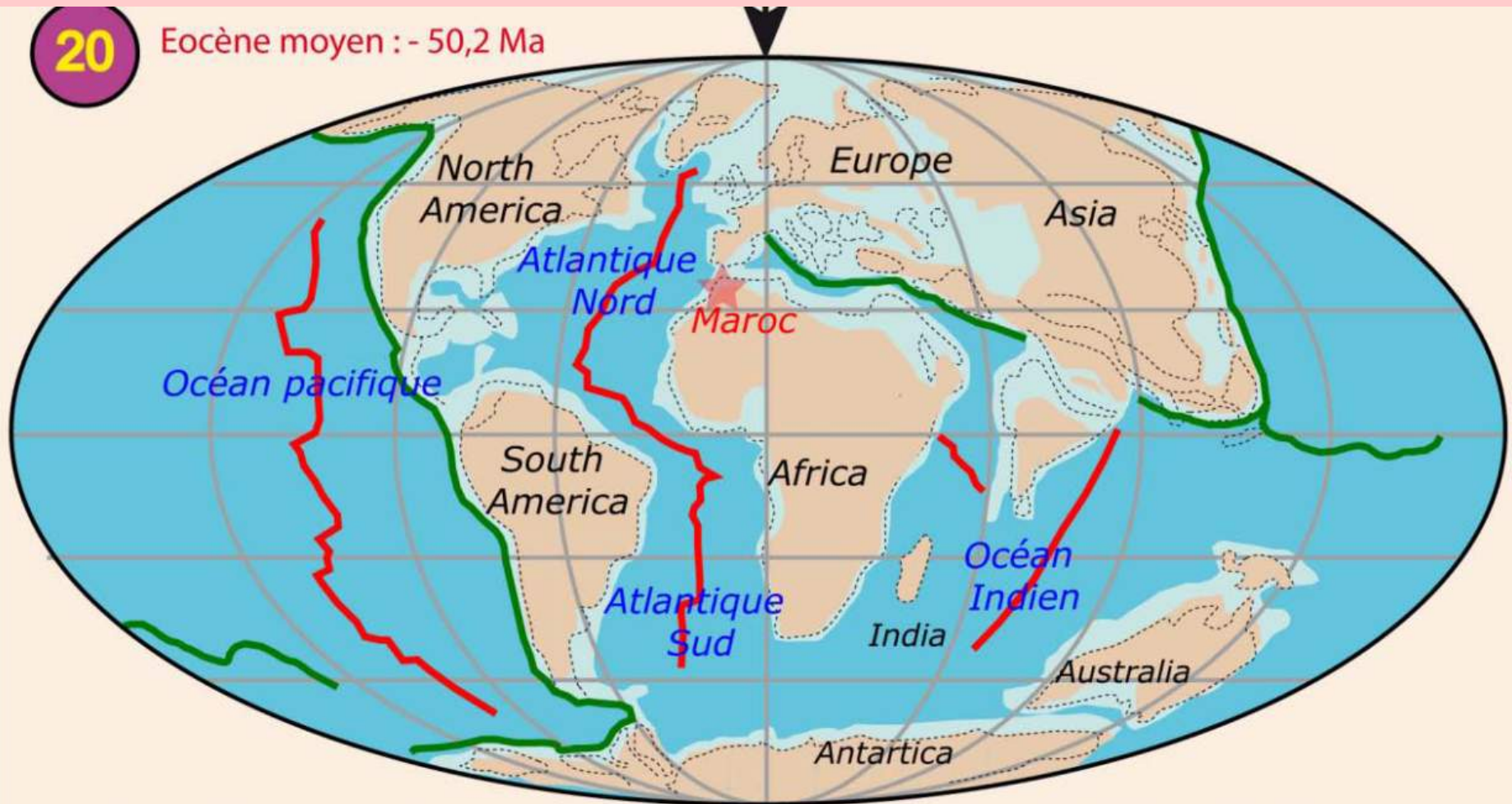


III - LE CENOZOIQUE : - 65,5 Ma à aujourd'hui

1 - Le Paléogène : - 65,5 Ma à - 23,03 Ma (durée 42,47 Ma)

20

Eocène moyen : - 50,2 Ma



Disposition des continents presque semblable à celle d'aujourd'hui. Toutefois, l'Antarctique, l'Australie et l'Inde poursuivent leur déplacement vers l'Asie pour former au début du Miocène la chaîne orogénique des Himalaya.

III - LE CENOZOIQUE : - 65,5 Ma à aujourd'hui

1 - Le Paléogène : - 65,5 Ma à - 23,03 Ma (durée 42,47 Ma)

2 - Le Néogène : - 23,03 Ma à - 1,81 Ma (durée 21,22 Ma)

Le Néogène est marqué par de nombreux bouleversements géodynamiques qui seront à l'origine d'importants changements climatiques. Ainsi la séparation de l'Amérique et l'Antarctique permet de diminuer le mélange des eaux polaires et les eaux tropicales. D'autre part le rapprochement de la plaque arabo-africaine avec l'Asie a supprimé les échanges entre la tethys et l'Océan indien. Ainsi est né la mer méditerranée. Celle-ci a connu un assèchement au Miocène supérieur (voir appendice 3), suite à une régression de la mer qui est liée à la formation de la calotte glaciaire de l'Antarctique.

Les changements climatiques, liés aux évolutions tectoniques, vont donc permettre aux mammifères et aux oiseaux de se diversifier, avec apparition des formes actuelles et d'autres espèces ayant disparu pendant le Quaternaire dont les Mammouths (1).

A noter que le refroidissement miocène a engendré l'apparition et l'expansion des prairies à graminées, aux latitudes moyennes de l'hémisphère Nord.

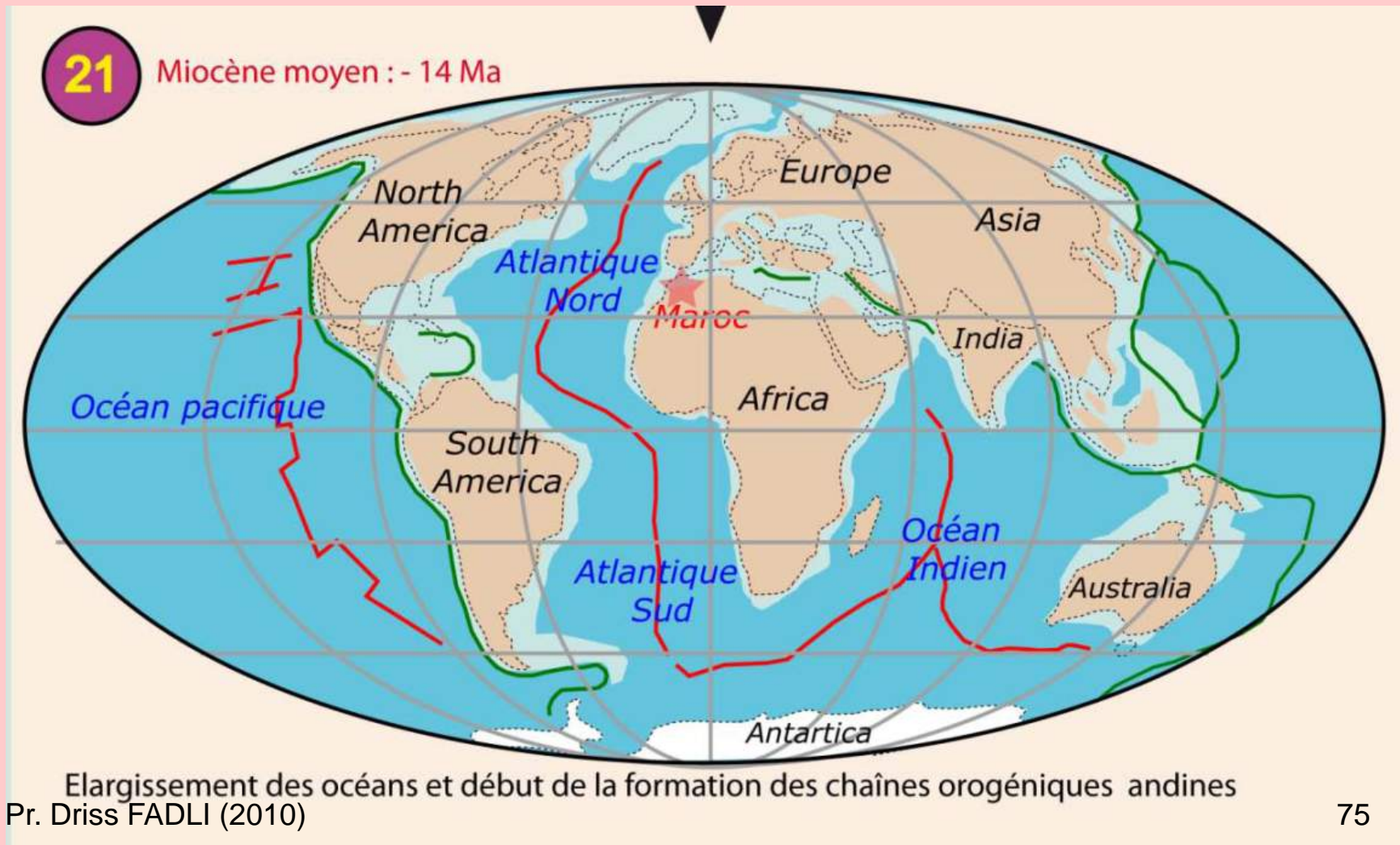
Mammouth



III - LE CENOZOIQUE : - 65,5 Ma à aujourd'hui

1 - Le Paléogène : - 65,5 Ma à - 23,03 Ma (durée 42,47 Ma)

2 - Le Néogène : - 23,03 Ma à - 1,81 Ma (durée 21,22 Ma)



III - LE CENOZOIQUE : - 65,5 Ma à aujourd'hui

1 - Le Paléogène : - 65,5 Ma à - 23,03 Ma (durée 42,47 Ma)

2 - Le Néogène : - 23,03 Ma à - 1,81 Ma (durée 21,22 Ma)

3 - Le Quaternaire : - 1,81 Ma à aujourd'hui

Le Quaternaire correspond à la période de l'apparition de l'Homo sapiens et de son évolution (appendice 4). Sa limite inférieure ne cesse de reculer dans le passé au fur et à mesure que les chercheurs découvrent des restes humains plus âgés.

Le climat est, dans son ensemble, plus froid par rapport aux périodes précédentes. Il est marqué par une succession de périodes glaciaires interrompues par des périodes interglaciaires en hautes latitudes (appendice 5). Cette alternance s'est traduite au sud, par exemple au Maroc, par une succession de périodes arides et humides correspondant respectivement à des époques de régressions et de transgressions marines (appendice 6).

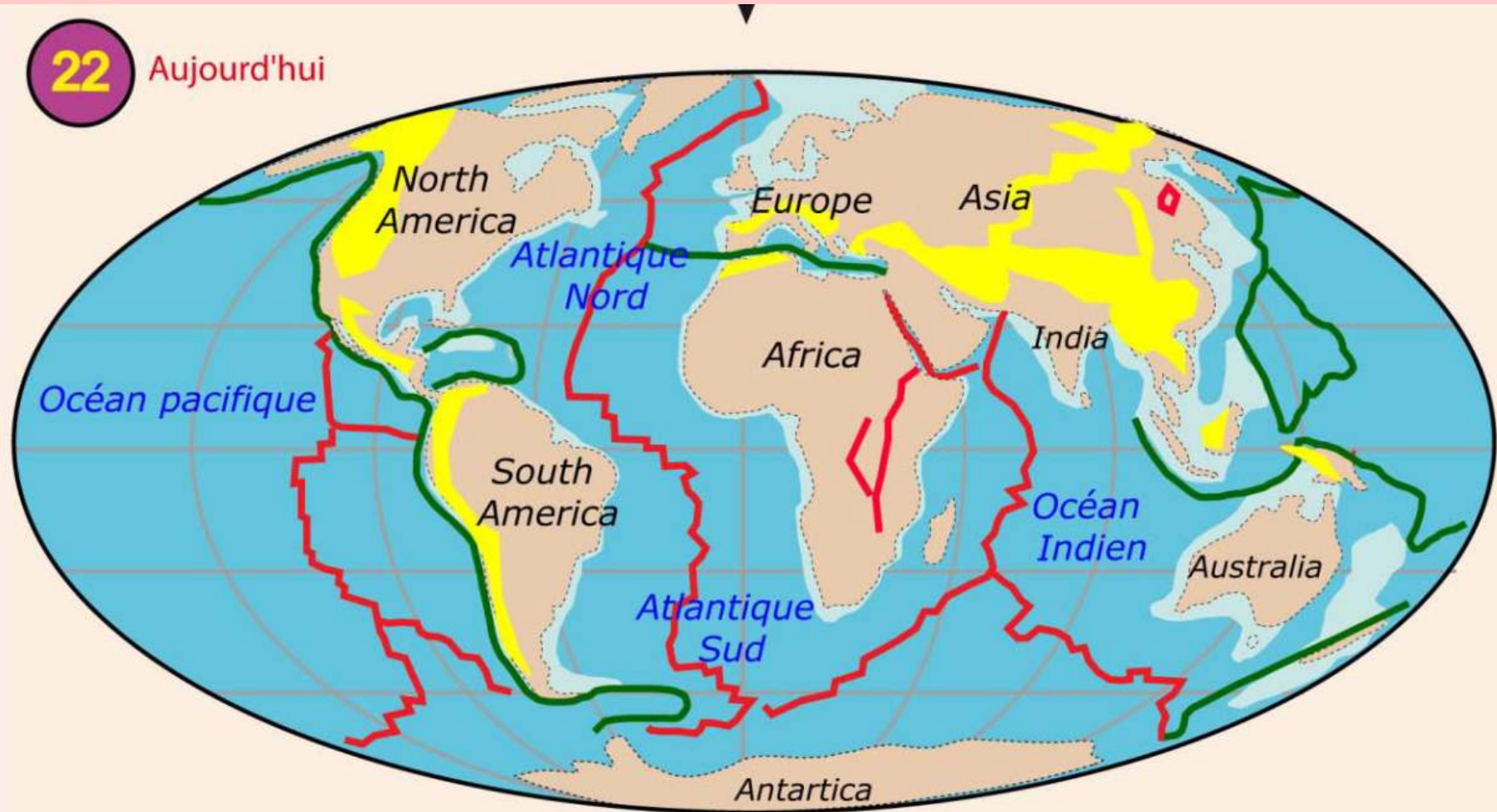
Ces changements climatiques coïncident avec des inversions du champ magnétique terrestre. Elles se répercutent également sur l'évolution et la répartition géographique de la faune et la flore au Pléistocène; alors que pendant l'Holocène, ils n'ont subi de transformations. Parmi les espèces animales ayant subi une évolution morphologique, on cite par exemple le cheval, l'éléphant et l'ours.

III - LE CENOZOIQUE : - 65,5 Ma à aujourd'hui

1 - Le Paléogène : - 65,5 Ma à - 23,03 Ma (durée 42,47 Ma)

2 - Le Néogène : - 23,03 Ma à - 1,81 Ma (durée 21,22 Ma)

3 - Le Quaternaire : - 1,81 Ma à aujourd'hui

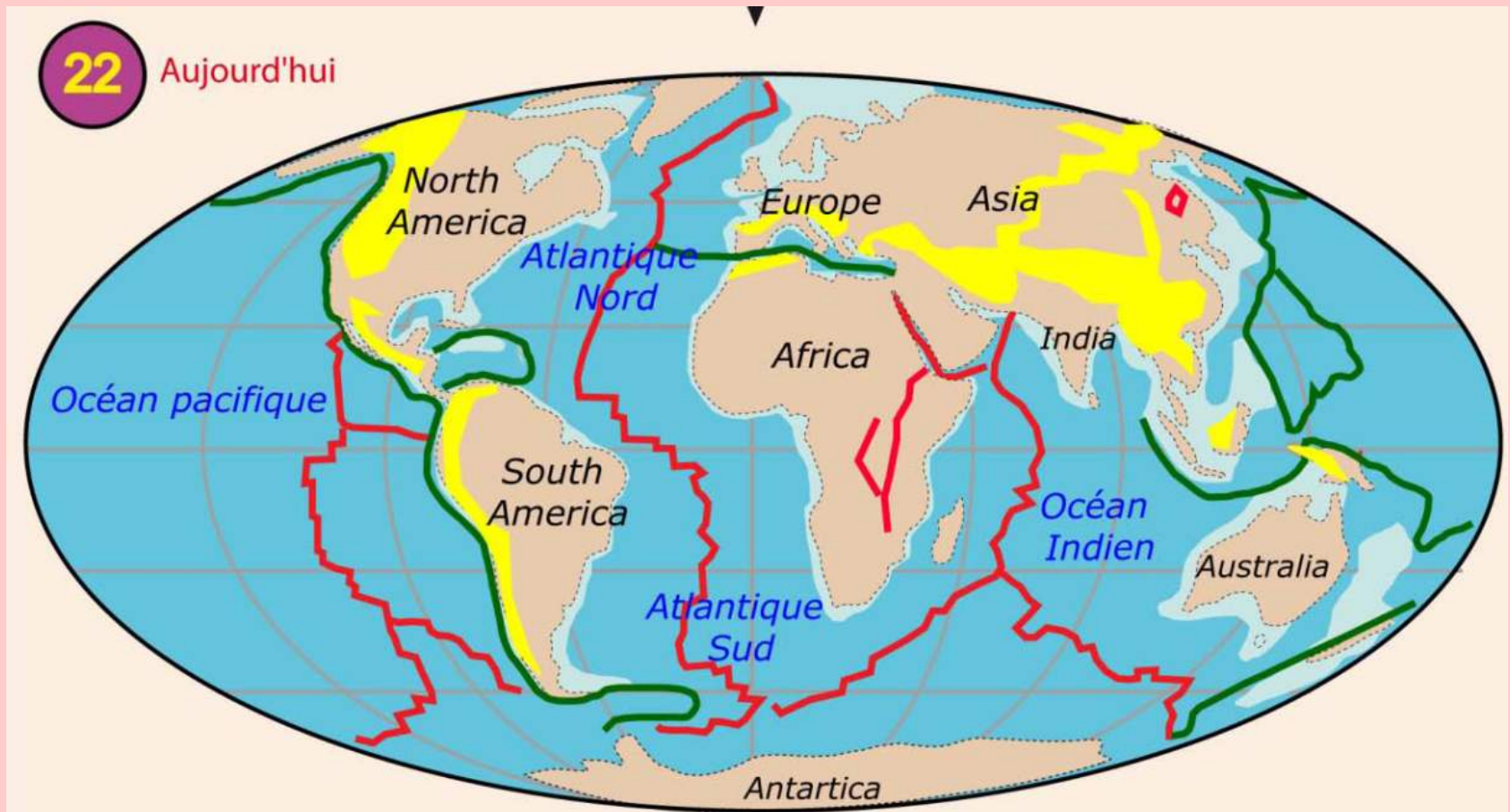


III - LE CENOZOIQUE : - 65,5 Ma à aujourd'hui

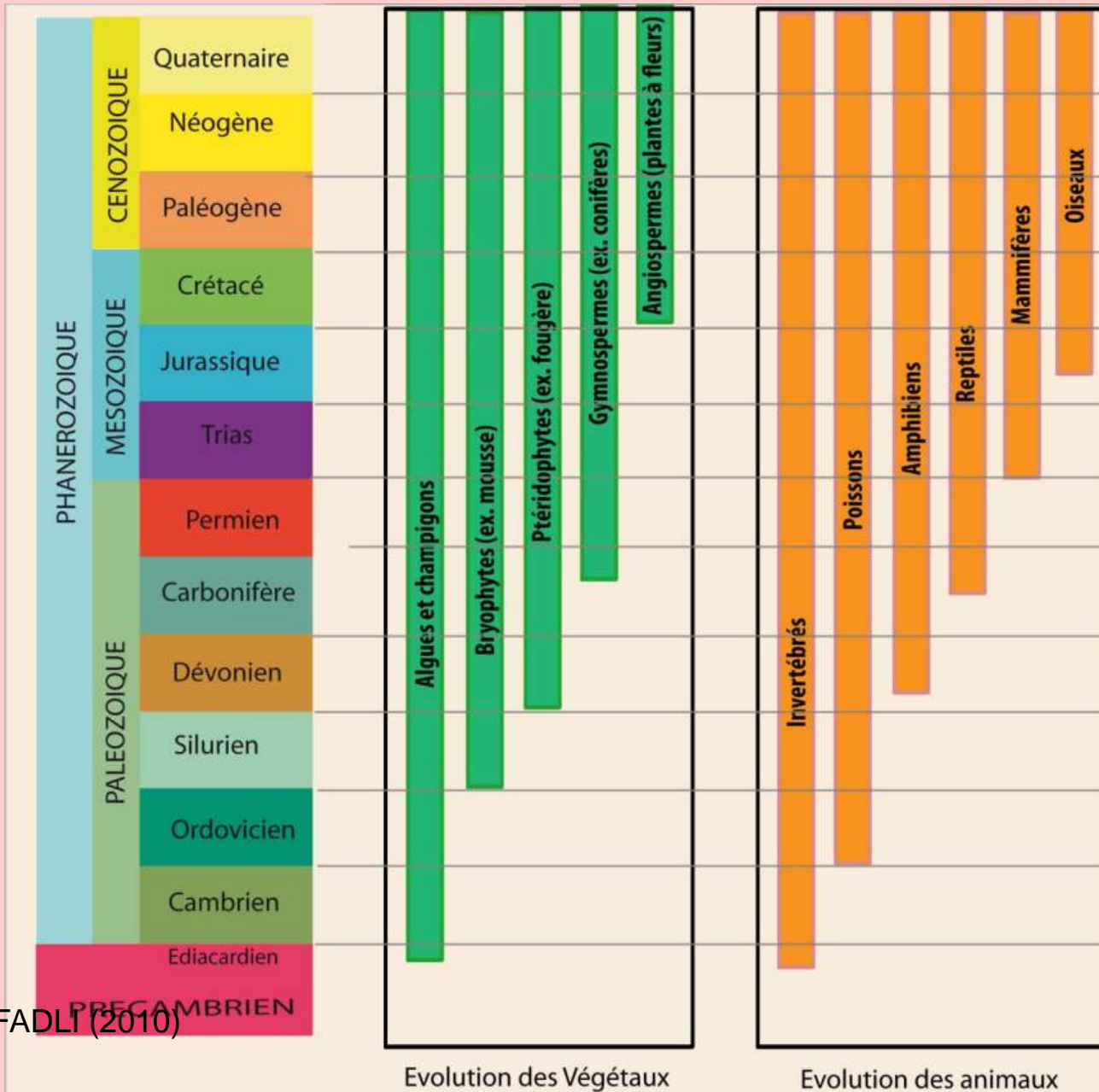
1 - Le Paléogène : - 65,5 Ma à - 23,03 Ma (durée 42,47 Ma)

2 - Le Néogène : - 23,03 Ma à - 1,81 Ma (durée 21,22 Ma)

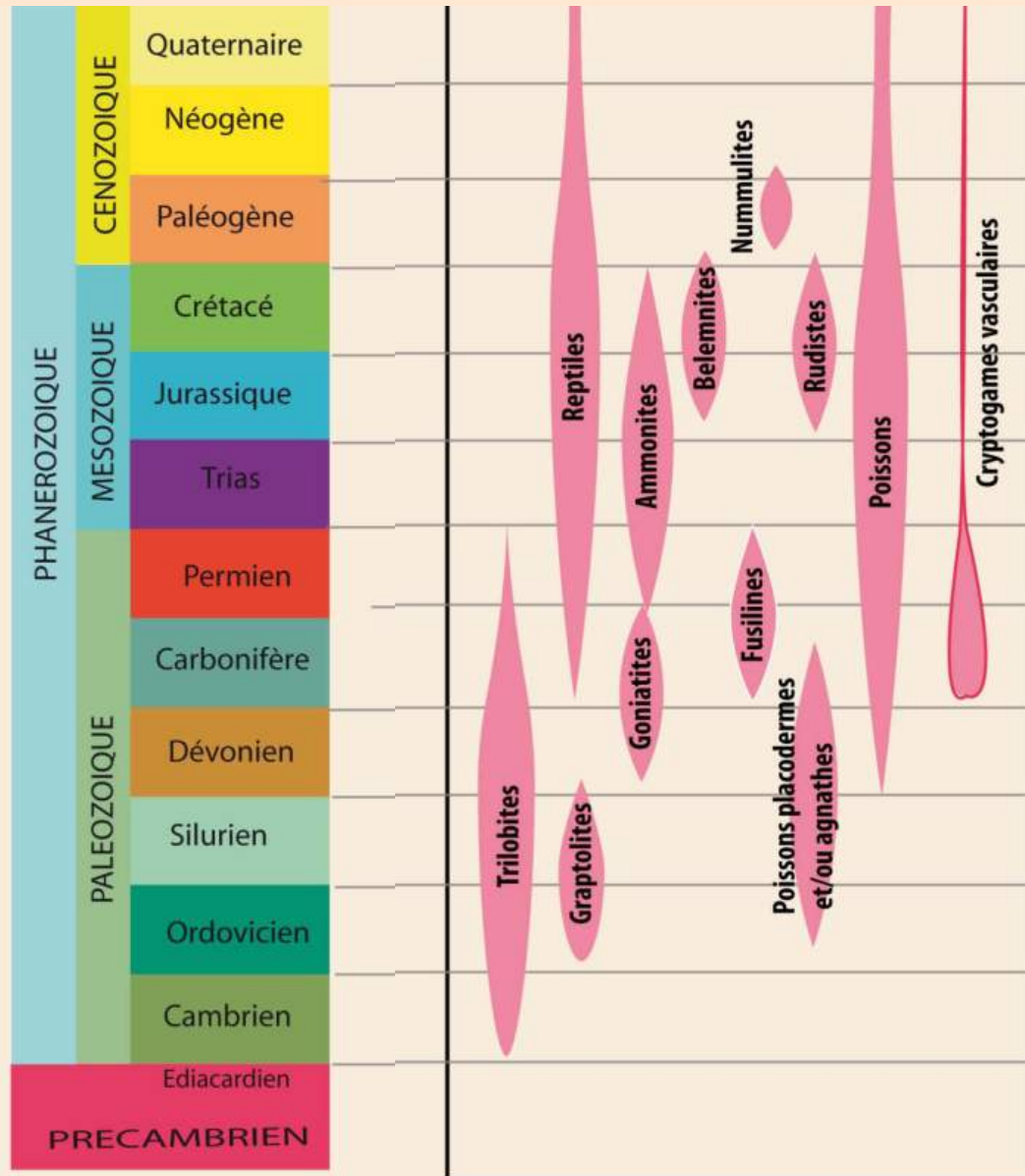
3 - Le Quaternaire : - 1,81 Ma à aujourd'hui



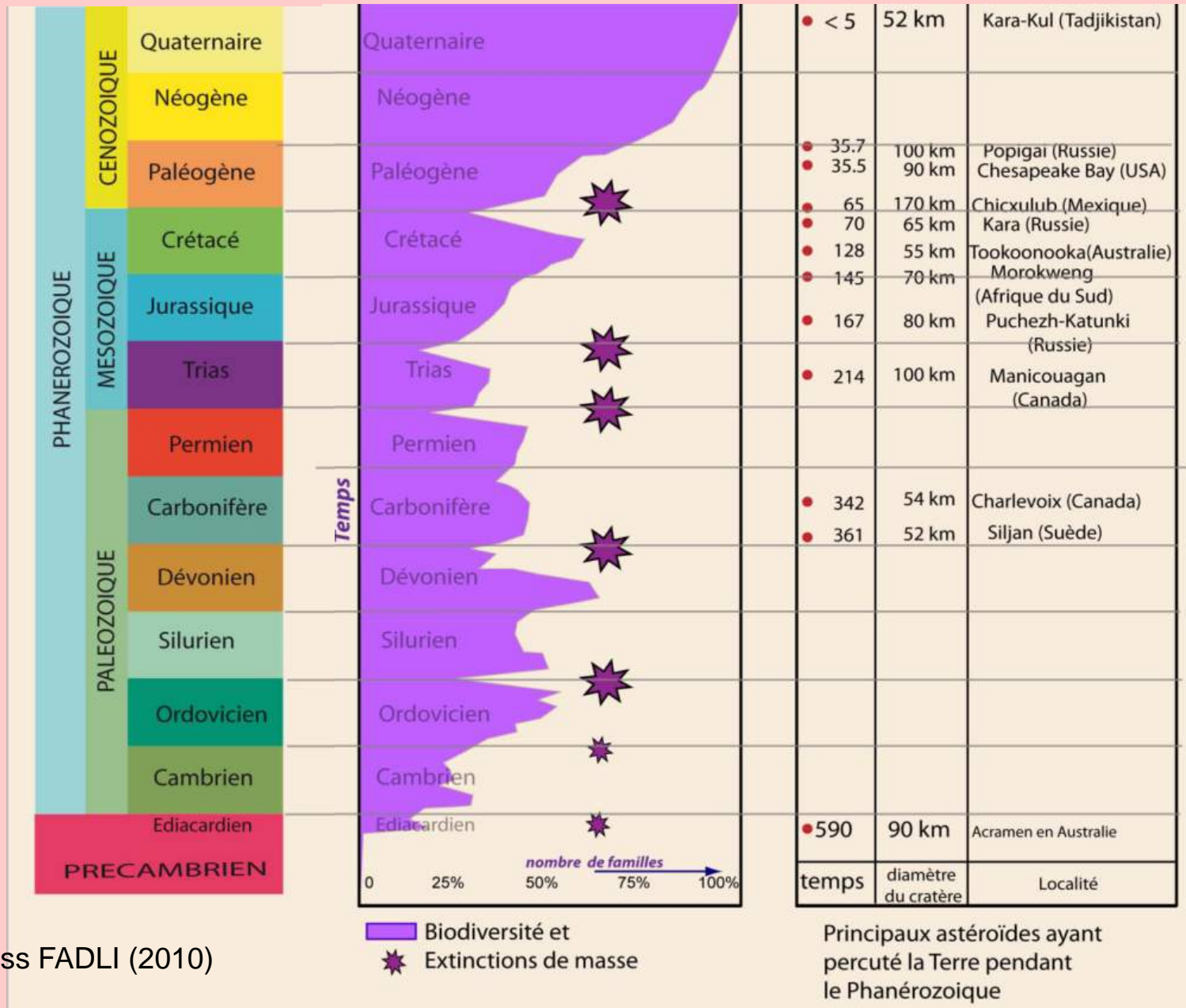
RECAPITULATIF (I)



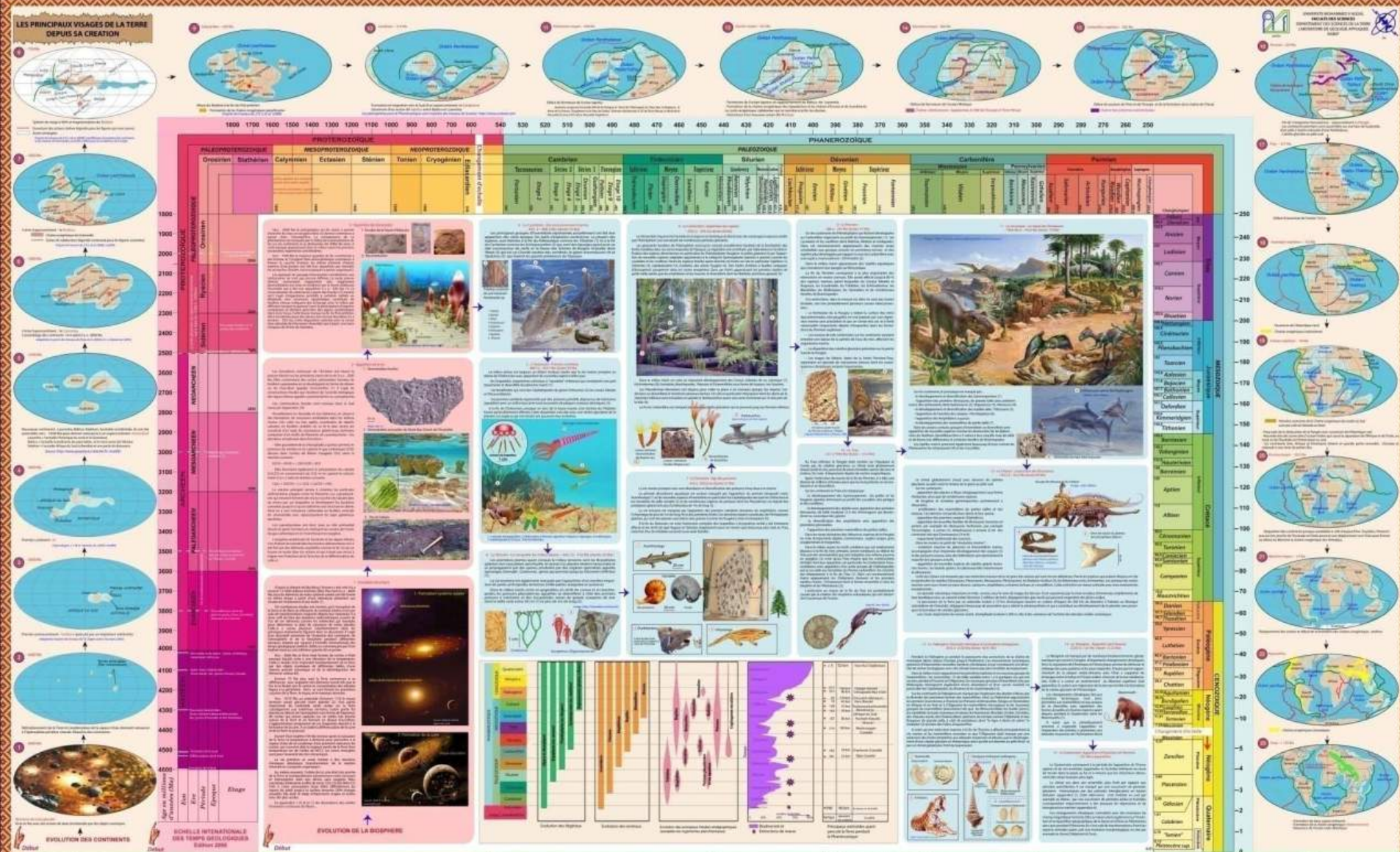
RECAPITULATIF (II)



RECAPITULATIF (III)



SYNTHESE



Pr. Driss FADLI (2010)

APPENDICES (A TITRE INDICATIF)

Fig. 2 : Paléogéographie du Maroc il y a 250 Ma

Il y a environ 250 Ma, à la fin du Paléozoïque, une grande chaîne de montagne orogénique dite *hercynienne*, occupait tout le Maoc.

Les vestiges de cette chaîne sont actuellement localisées dans plusieurs endroits du Royaume. On cite en particulier la *meseta marocaine* du Maroc central (polygone Rabat-Azrou-Khénifra-Ben Ahmed-Casablanca), les Rehamna, les Jbilet, le Haut Atlas occidental et la région d'Erfoad.

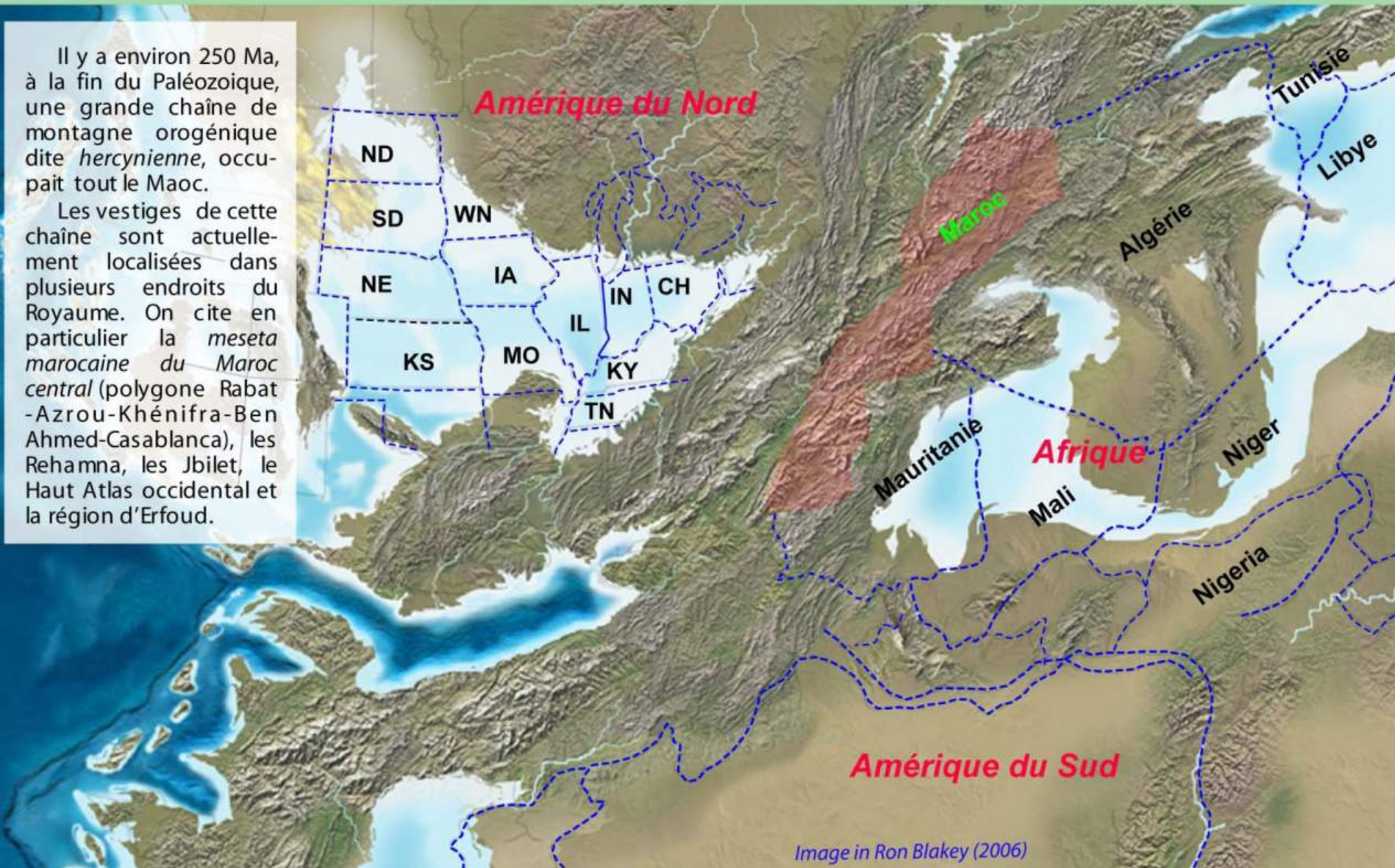
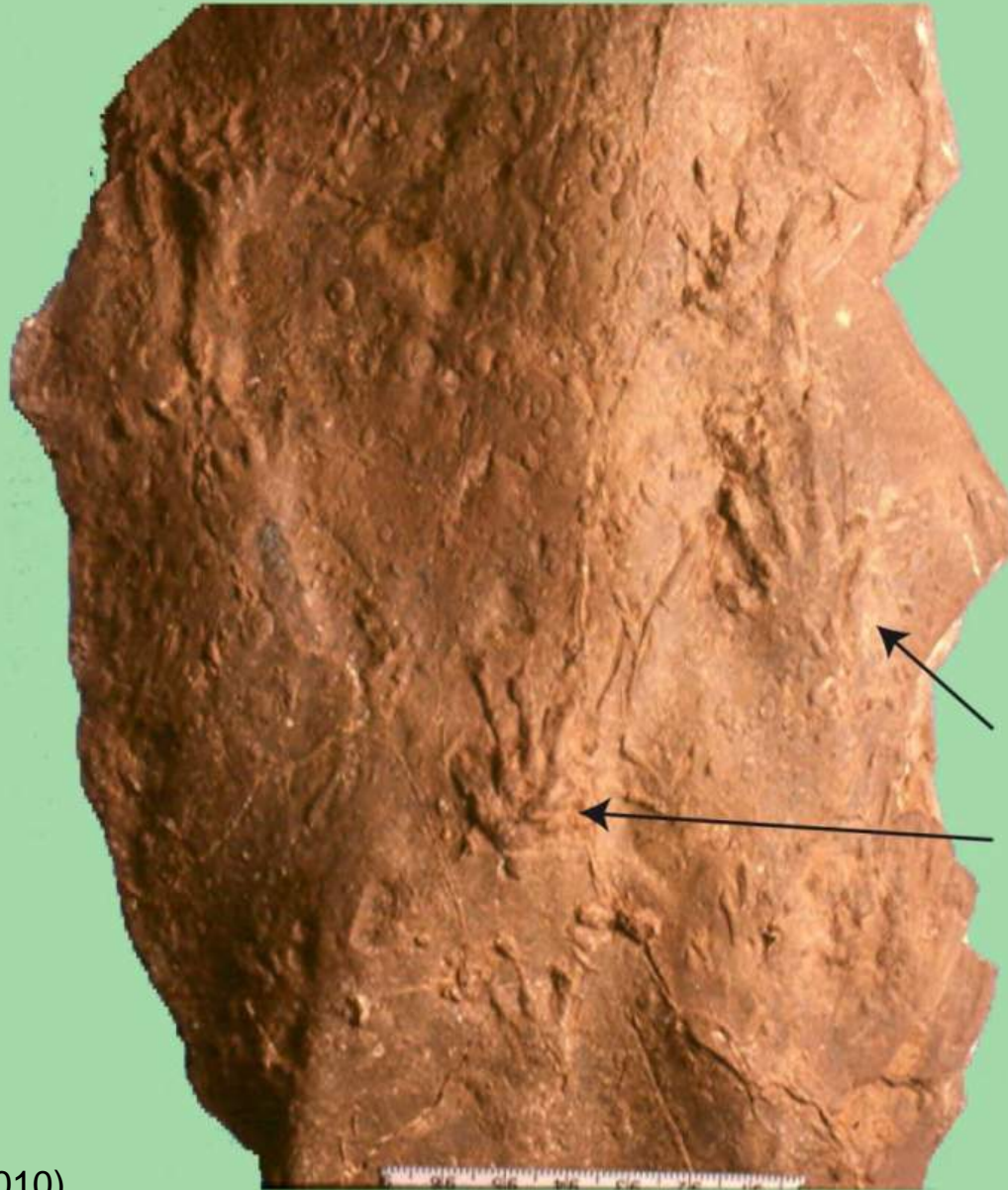


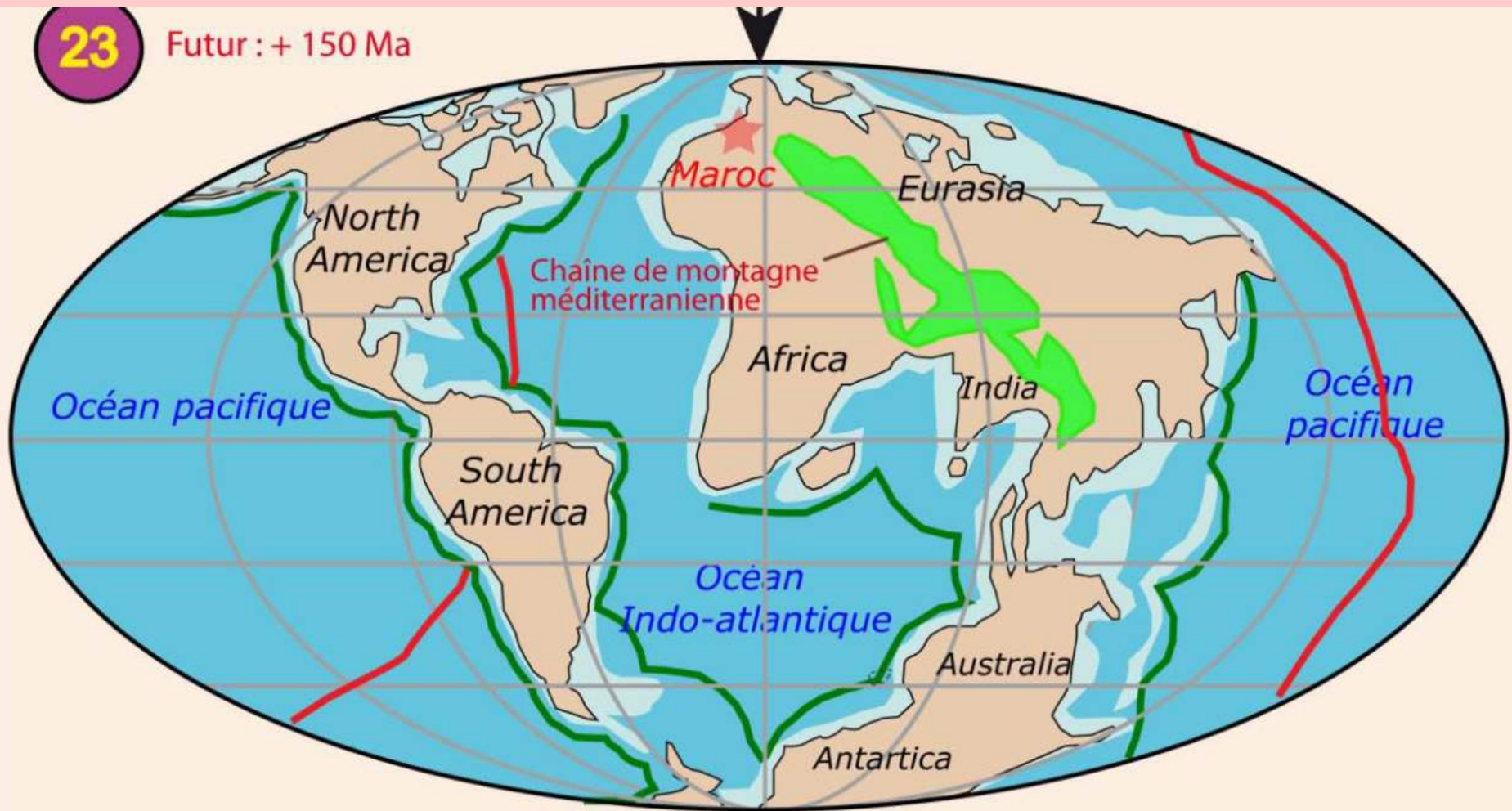
Image in Ron Blakey (2006)

Fig. 3 : Les premiers pas identifiés sur le sol marocain (Tiddas) datent de - 290 Ma



23

Futur : + 150 Ma



- Formation de deux supercontinents
- Formation de la chaîne orogénique *méditerranéenne*
- Naissance de l'océan indo-atlantique

Fig. 4 : Paléogéographie de la Méditerranée occidentale au Néogène

Beaudoin et al. 1997, modifié

Pendant le Miocène supérieur la mer Méditerranée communiquait avec l'océan atlantique par un vaste couloir parsemé d'îles dont le Rif marocain (1). Au Miocène terminal se produit un assèchement de la méditerranée (2) accompagné d'un dépôt de sel (60 à 100m). Ce phénomène résulte, à la fois, d'un abaissement du niveau d'eau de mer mondial en relation avec deux étapes de refroidissements et d'une compression tectonique Afrique-Europe. On parle de crise messinienne.

Au Pliocène la communication atlantique-méditerranée a été rétablie par deux couloirs étroits, suite à un effondrement du détroit de Gibraltar (3). Les processus sédimentaires néogènes se poursuivent; ils sont combinés à une tectonique de rapprochement Europe-Afrique afin d'aboutir à la configuration actuelle (4).

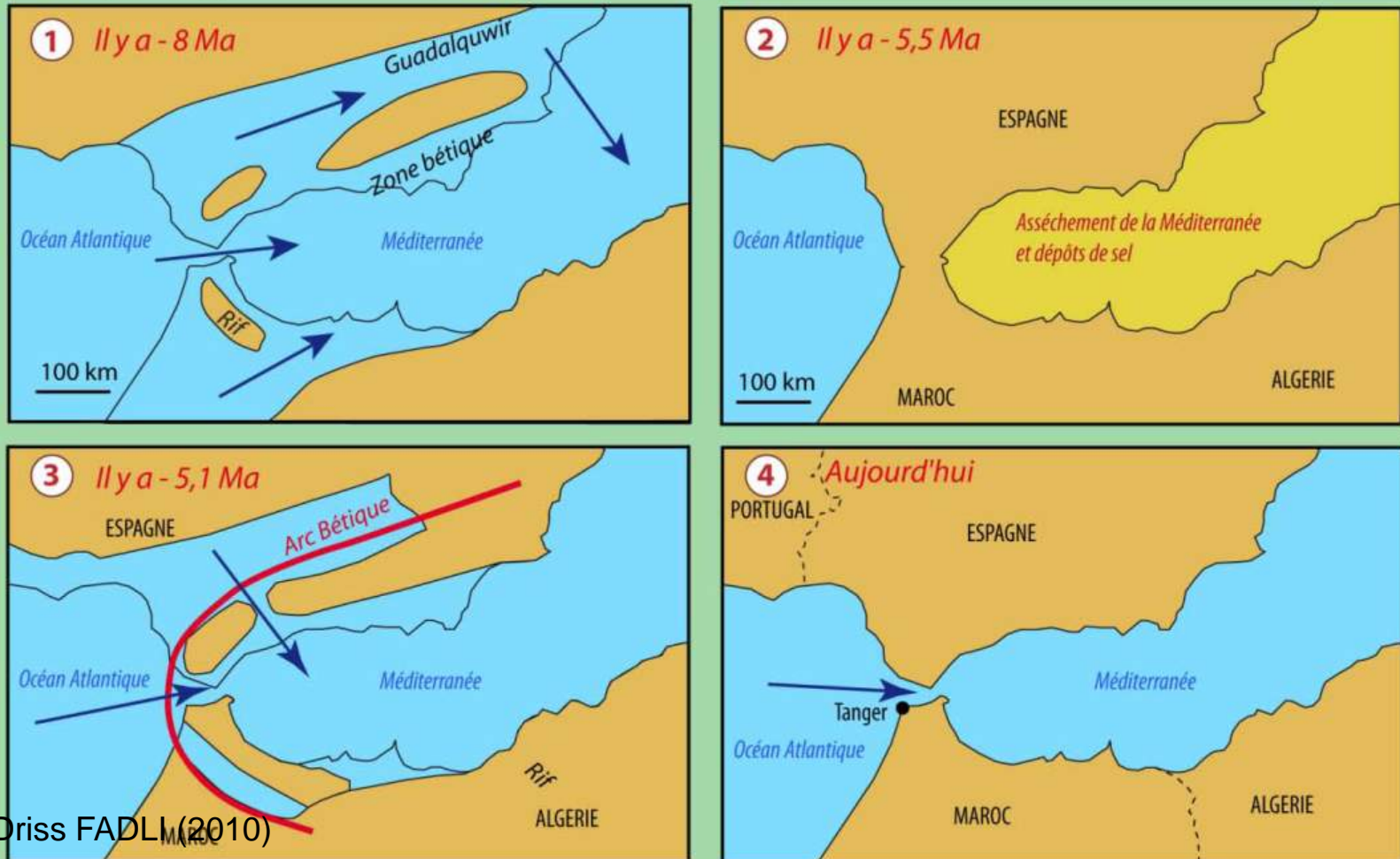


Fig. 5 : Calendrier de l'évolution de l'Homme et de ses activités

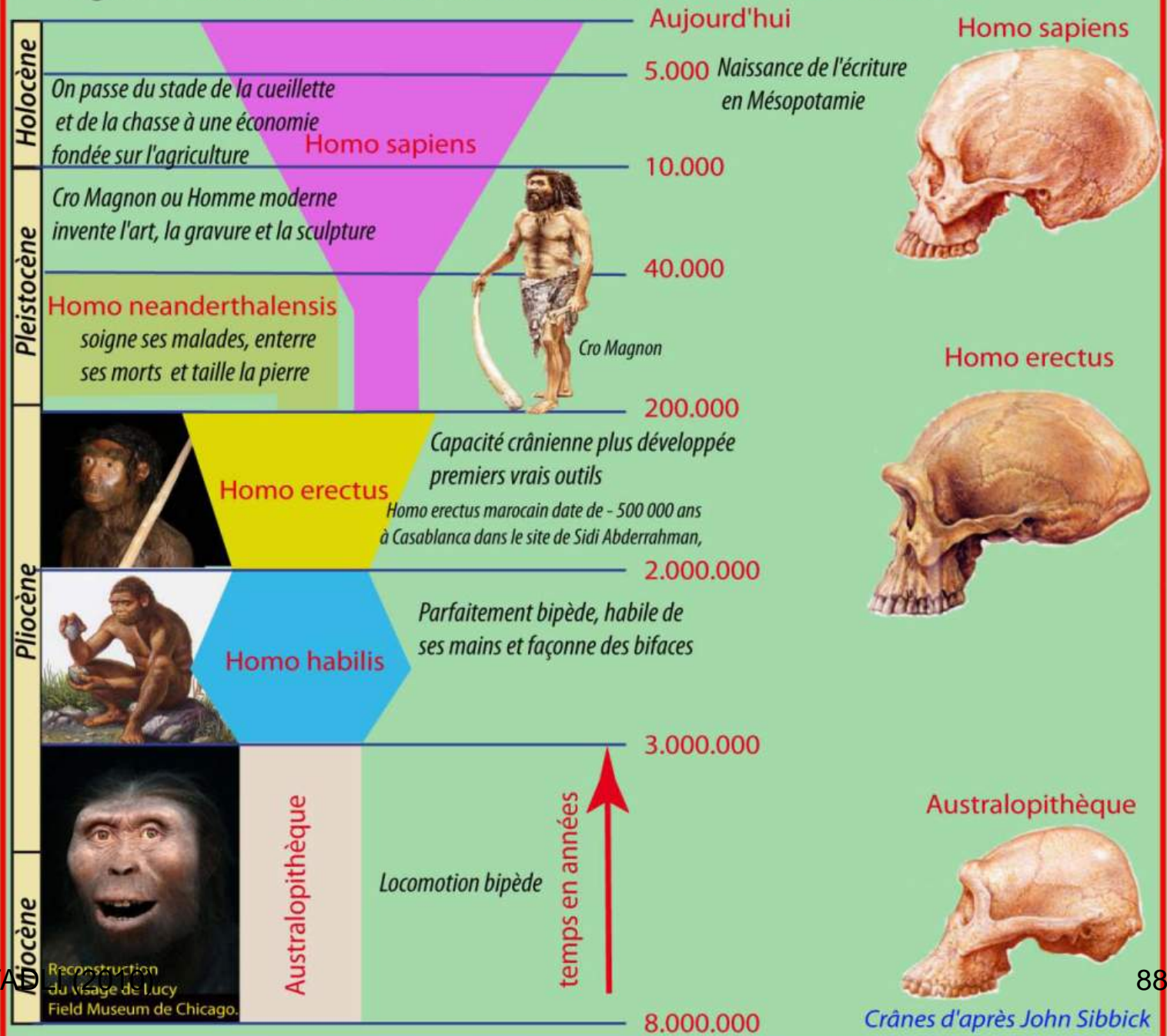
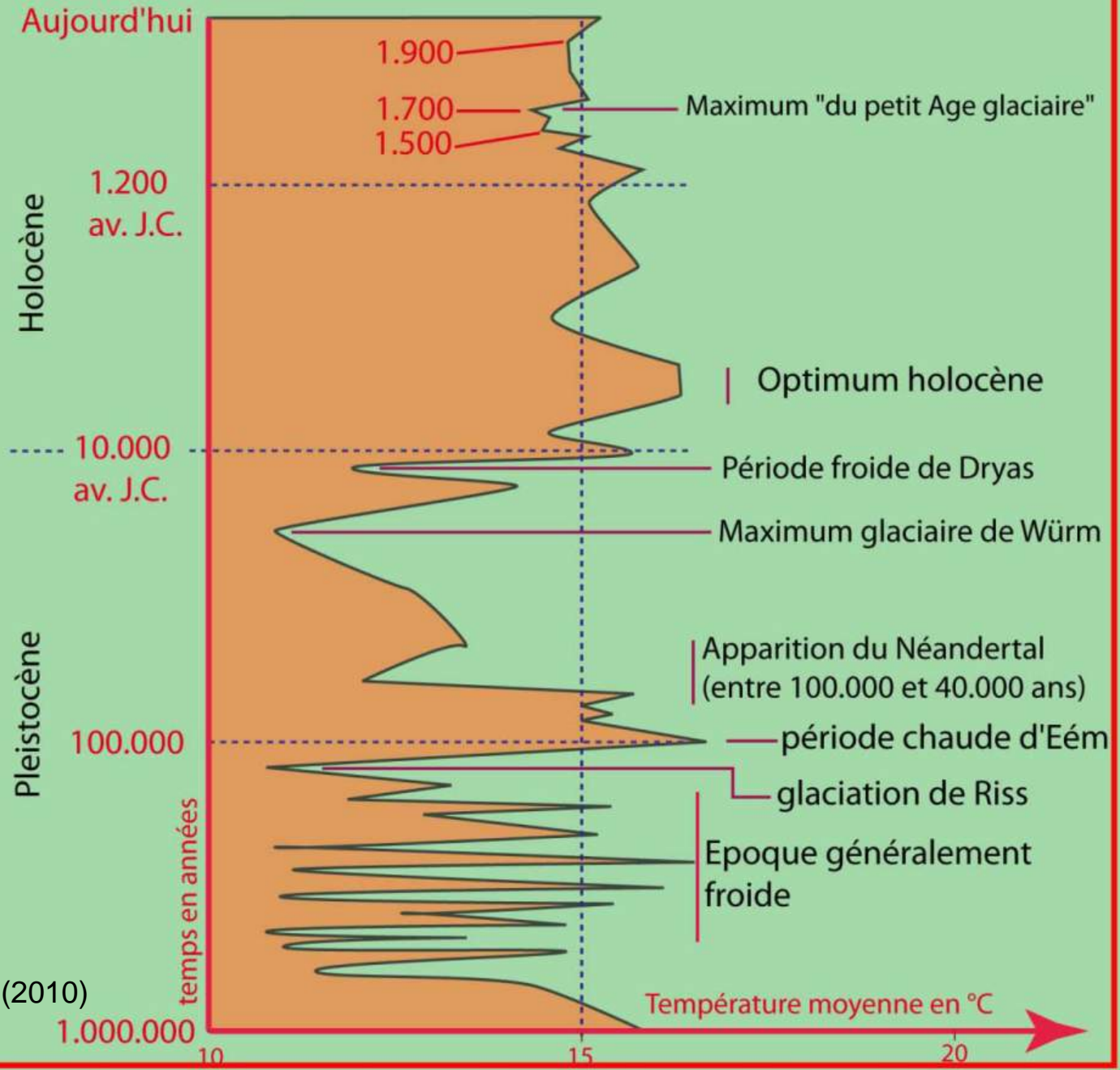


Fig. 6 : Evolution de la température pendant le Quaternaire

Inspiré du document de F. Gassmann



SUBDIVISION DU QUATERNAIRE MAROCAIN

d'après BIBERSON (1961), modifié

<i>Etages marins</i>	<i>Datation absolue</i>	<i>Etages continentaux</i>	<i>Faune</i>	<i>Statigraphie alpine</i>	<i>industrie</i>
	- 1.000 à -2.000 ans	Rharbien		actuel	médiéval
Méllahien	- 5.000 à - 6.000 ans		Elephas africanus		Néolithique
	-10.000 à -30.000 ans	Soltanien		Würm II-IV	Atérien
Ouljien	- 100.000 à - 120.000 ans	Présoltanien	Eléphas atlanticus	Würm I	Acheuléen évalué = micoquien
Rabatien Harounien	- 145.000 (+/-) 5.000 ans		Eléphas marocanus		
		Tensiftien		Riss	Acheuléen moyen
Anfatien	- 200.000 à - 270.000 ans		Eléphas iolensis		
		Amirien	Eléphas iolensis	Mindel	Acheuléen ancien
Maarifien	- 400.000 à - 700.000?ans				
		Salétien		Günz	Pubble culture évoluée= olduvalien
Messoudien			Eléphas recki		

MERCI POUR VOTRE ATTENTION